Explosivos, Electricidad

Y

MATERIAL DE TORPEDOS.

Conferencias sobre explosivos,

ELECTRICIDAD

y material de torpedos,

EXPLICADAS

EN LA

Escuela de Torpedos

á los Maquinistas, Condestables y Contramaestres de la Armada

POR

D. ALBERTO BALSEYRO Y CASAJÚS,

COMANDANTE TENIENTE DE NAVIO.

Obra declarada de texto para dicha Escuela por R. O. de 24 de Setiembre de 1885.

CON 186 GRABADOS EN MADERA Y 6 LÁMINAS LITOGRAFIADAS.

CARTAGENA.

IMPRENTA Y LIBRERIA DE HIPÓLITO GARCIA.

CUATRO SANTOS, 25 Y 27.

1886.

PRECIOS CON ENCUADERNACIÓN EN TELA.

En la Península. . .	Pesetas	8'00
En Ultramar. . . .	»	10'50

ERRATAS Y CORRECCIONES.

1.ª PARTE.

EXPLOSIVOS.

				DICE.	DEBIERA DECIR.
Pág.ª	1	Línea	6	y de romper. . . .	ó de romper
»	»	»	9	ó á los.	y á los
»	2	»	23	la temperatura de la explosion. . . .	su temperatura
»	6	»	13	ó asoleo.	ó asoleo y alisado.
»	7	»	2	varian.	varía
»	8	»	3	irla refrescando. . .	humedecerla
»	8	»	15 y 16	*rompedora*. . . .	*rompedera*
»	9	»	1	Secado.	Desecación ó asoleo
»	9	»	20	250.	250°
»	16	»	32	fundidos.	de fundición
»	16	»	33	agita.	agitan
»	»	»	»	promueve. . . .	promueven
»	19	»	18	0'048 k.	0'48 k.
»	30	»	12	sulfuídrico. . . .	sulfídrico
»	36	»	24	18 C°	185°

2.ª PARTE.

ELECTRICIDAD.

»	20	»	21	A	en A
»	31	»	24	pararrayos . . .	pararrayos,
»	32	»	26	almbres	alambres
»	37	»	19	se supone. . . .	se puede suponer
»	38	»	2	(83).	(52)
»	46	»	13	eentro.	centro
»	46	»	21 y 22	corriente exterior. .	corriente.
»	49	»	22	rompería. . . .	romperían
»	54	»	12	definición. . . .	magnitud
»	»	»	»	se expresa. . . .	se expresa en uno y otro caso
»	»	»	21	de electricidad . .	de electricidad por unidad de tiempo
»	59	»	5	del cuadrado de su diámetro.	de su sección
»	60	»	29	instrumentos. . .	aparatos
»	61	»	7	inducción. . . .	inducción (115)

			DICE.	DEBIERA DECIR:
»	61	» 23 y 24	de unidad. . . .	de la resistencia que se adopte por unidad
»	62	» 27	instrumento. . . .	aparato
»	65	» 7	cables ordinarios. .	cables eléctricos ordinarios
»	73	» 13	Thiebeaut. . . .	Thiebaut
»	100	» 4	interior.	inferior
»	103	» 8	(58).	(59)
»	105	» 6	1801.	1831
»	110	» 20	(101)	(100)
»	131	» 33	D.	D'
»	132	» 16 y 24	D.	D'
»	136	» 24	o	en o
»	171	» 3	resorte *i*	resorte *l*
»	172	» 15 y 20	resorte *r*.	resorte *l*
»	180	» 7 y 8	metálicos.. . . .	metálicas
»	183	» 16	resorte *i*.	resorte *l*

3.ª PARTE.

MATERIAL DE TORPEDOS.

»	9	» 9	deberá.	deberán
»	24	» 10	el.	de
»	26	» 28	*a*.	A
»	27	» 2	parafiua.	parafina
»	36	» 8	empleodo. . . .	empleado
»	36	» 26	cou.	con
»	49	» 32	de metal *c* . . .	de metal *e*
»	50	15, 20 y 23	*dd*.	*cc*
»	56	» 7 y 8	comprobarte . . .	comprobarse
»	72	» 2	*J*.	J
»	74	» 25	ó falta.	ó á falta
»	78	» 1	evitaree.	evitarse
»	86	» 18	*rr*'.	*r r*
»	87	» 24	despeus.	después
»	173	» 20	arman.	armaron
»	174	» 15 y 16	Dowus.	Downs
»	176	» 6	Conder.	Condor
»	»	» 7	Paesther.. . . .	Panther
»	177	» 21	lleva.	llevan
»	177	» 26	Normand del Habre.	Yarrow
»	»	» 30 y 31	que no han sido muy satistactorios... .	que han sido satisfactorios
			detiende.	defiende
»	180	» 21	RARTREO	RASTREO
»	»	» 32		

ÍNDICE.

PRIMERA PARTE.—EXPLOSIVOS.

Páginas.

PRIMERA CONFERENCIA.

Pólvora ordinaria.

Pólvora ordinaria.—Salitre.—Azufre.—Carbon.—Fabricación de la pólvora.—Propiedades de la pólvora.—Modo de provocar la detonación.—Efecto de la detonación.—Efecto del choque.—Conservación de la pólvora.—Inconvenientes de la pólvora para emplearla como carga de los torpedos.—Pólvoras de nitrato de sódio.—Pólvoras de clorato de potasio. . . . 1

SEGUNDA CONFERENCIA.

Algodon pólvora.

Fabricación.—Propiedades.—Acción de la luz solar.—Acción del calor.—Efectos del choque.—Efectos de la fricción.—Estabilidad.—Modo de provocar la detonación.—Efectos de la detonacion.—Conservación.—Conservación del algodón pólvora seco.—Modo de secar el algodón pólvora que se emplea para cargas iniciadoras. 15

Páginas.

TERCERA CONFERENCIA.

Nitroglicerina.

Fabricación de la nitroglicerina.—Separación y lavado de la nitroglicerina.—Propiedades.—Acción del calor y del frio.—Efectos del choque y de la fricción.—Estabilidad.—Modo de provocar la detonación.—Fuerza explosiva.—Conservación y trasporte.—Precauciones que deben tomarse para el manejo de la nitroglicerina. 29

CUARTA CONFERENCIA.

Dinamita.

Preparación de la dinamita de base inerte.—Propiedades.—Acción del calor y del frio.—Acción del agua.—Acción del choque.—Estabilidad.—Modo de provocar la detonación —Efectos de la detonación.—Manipulación.—Dinanita de base activa.—Dinamita Martel.—Litrofactor.—Dinamita Abel ó Glioxilina.—Pólvora demica.—Gelatina explosiva de guerra.—Fulminato de mercurio.—Resúmen del estudio de las sustancias explosivas. 41

SEGUNDA PARTE.—ELECTRICIDAD.

PRIMERA CONFERENCIA,

Ideas generales.

Electricidad estática.—Díferentes medios para producir la electricidad,—Electricidad estática, electricidad dinámica.—Péndulo eléctrico.—Electricidad vitrea, electricidad resinosa.—Teoría de Symmer.—Teoría moderna.—Modo de averiguar la clase de electricidad de que está cargado un cuerpo.—Ley de

Páginas.

las atracciones y repulsiones.—Cuerpos buenos conductores, cuerpos malos conductores.—Depósito común.—Modo de electrizar por frotamiento un cuerpo buen conductor.—No puede desarrollarse una clase de electricidad sin desarrollar igual cantidad de la de signo contrario.—La electricidad estática se manifiesta en la superficie exterior de los cuerpos conductores . 1

SEGUNDA CONFERENCIA.

Cantidad.—Densidad.—Tension.—Poder de las puntas.—Idea del potencial. 9

TERCERA CONFERENCIA.

Inducción eléctro-estática.—Condensadores. 17

CUARTA CONFERENCIA.

Descarga eléctrica.—Electricidad atmosférica.—Pararrayos. 25

QUINTA CONFERENCIA.

Pilas eléctricas.

Ideas generales y definiciones. 35

SEXTA CONFERENCIA.

Diferentes clases de pilas.

Pila de Volta.—Pila Daniell.—Pila húmeda de Mr. Trouvé.—Pila Leclanché.—Pila Silvertown.—Pila Thiebaut 41

SÉPTIMA CONFERENCIA.

Definiciones, leyes y efectos de las corrientes.—Unidades eléctricas.

Corriente eléctrica.—Efectos de las corrientes.—Efectos químicos.—Efectos caloríficos.—Efectos luminosos.—Efectos

Páginas.

magnéticos.—Fuerza electro motriz.—Resistencia eléctrica.—Resistencia interior de las pilas.—Ley de Ohm.—Determinación de las magnitudes eléctricas.—Unidades eléctricas. . . 53

OCTAVA CONFERENCIA.

Distribución de las corrientes.

Agrupación de los elementos.—Resistencia de los circuitos múltiples.—Circuito cerrado por la tierra.—Conductores aislados.. 67

NOVENA CONFERENCIA.

Magnetismo.—Acción de las corrientes sobre as corrientes.—Electro-magnetismo.. 81

DÉCIMA CONFERENCIA.

Acción de las corrientes sobre los imanes.—Galvanómetros. 93

UNDÉCIMA CONFERENCIA.

Inducción por las corrientes.—Carretes ó bobinas.—Inducción por los imanes.—Extra corriente. 105

DUODÉCIMA CONFERENCIA.

Máquinas dinamo-eléctricas.

Principios fundamentales.—Descripción de las máquinas Gramme, Brush, Edison y Farmer 113

DÉCIMA TERCERA CONFERENCIA.

Luz eléctrica.

Arco voltáico.—Reguladores.—Incandescencia.. . . . 145

Páginas

DECIMA CUARTA CONFERENCIA.

Telegrafos eléctricos.—Teléfono.—Micrófono. 167

TERCERA PARTE.

MATERIAL DE TORPEDOS.

PRIMERA CONFERENCIA.

Definiciones.—Envueltas.—Cargas y sus efectos. . . . 1

SEGUNDA CONFERENCIA.

Espoletas.

Espoletas mecánicas. — Espoleta de percusión de Mac Evoy.—Espoleta de fricción.—Espoleta química.—Espoletas eléctricas.—Espoletas de alambre interrumpido.—Espoleta de hilo interrumpido de Abel.—Espoletas de poca resistencia ó de hilo de platino.—Espoleta Silvertown.—Id. de Mac Evoy.—Id. americana.—Pruebas. 17

TERCERA CONFERENCIA.

Cables eléctricos.

Dieléctrico gutapercha.—Ventajas é inconvenientes de la guta percha para emplearla como dieléctrieo en los cables.—Goma elástica ó cautchouc.—Cables Silvertown.—Cable de un conductor con armadura.—Cable múltiple de 7 conductores.—Cable de cierra circuitos.—Cable de un conductor sin armadura.—Cable de cuatro conductores.—Conservación de los cables.. 31

Páginas.

CUARTA CONFERENCIA.

Empalmes.

Unión del conductor.—Modo de aislar la unión del conductor cuando el dieléctrico es la goma Hooper.—Id. cuando es la guta percha.—Unión de la armadura.—Empalmes de los cables en el servicio de torpedos.—Empalme de tubo de goma.—Empalme de Mathienson.—Empalme de Mac-Evoy.—Método que se sigue en España para hacer los empalmes de los cables que se emplean en el servicio de torpedos. 43

QUINTA CONFERENCIA.

Torpedos defensivos.—Torpedos mecánicos.

Torpedos mecánicos—de bastidor—de Raines—Brook—de tortuga.—Sínger.—Id. perfeccionado por M. Evoy.—Pietruski.—Torpedos improvisados. 55

SEXTA CONFERENCIA.

Torpedos eléctricos.—Cerradores de circuito.

Cerradores de Mathienson primitivo y perfeccionado.—Id. de L. Clarck.—Id. de Mac-Evoy de mercurio.—Id. Atkinson. 63

SÉPTIMA CONFERENCIA.

Instalación de los torpedos eléctricos.

Torpedos eléctricos símples ó de observación.—Cámara oscura.—Observación combinada y simultánea de dos observadores.—Torpedos automáticos.—Id. mixtos. 75

OCTAVA CONFERENCIA.

Diferentes modelos de torpedos eléctricos.—Anclas para los torpedos.

Torpedos de fondo.—Torpedo Mathienson.—Id. L. Clark.—Id. M. Evoy.—Torpedos electro-automáticos.—L. Clark.

Páginas.

—M. Evoy.—Mathieson.—Torpedos eléctricos mixtos.—Torpedos electro-mecánicos ó independientes Mathieson.—Empleado por los rusos en su última guerra.—Modificación de M. Evoy.—Anclas para los torpedos. 85

NOVENA CONFERENCIA.

Aparatos de estación.

Llaves.—Aparatos de señales y fuego.—Sector de observación.—Combinacion del aparato de señales y fuego con los sectores de observación 101

DÉCIMA CONFERENCIA.

Reconocimiento del material y preparación de los torpedos para su fondeo. 113

UNDÉCIMA CONFERENCIA.

Fondeo de los torpedos.

Fondeo de los torpedos.—Gancho Power.—Fondeo de una ó várias líneas de torpedos.—Fondeo de una línea de torpedos electro-automáticos.—Fondeo de los torpedos mecánicos.—Fondeo de los torpedos en puertos de mareas.—Aparato de Mac-Evoy para obtener automáticamente la inmersión deseada 125

DUODÉCIMA CONFERENCIA.

Torpedos de ataque.—Torpedos automóviles.—Torpedo Whitehead.

Torpedos automóviles.—Torpedo Whitehead.—Aparato de lanzamiento sobre el agua de Schwarzkopff.—Id. Canet.—Mecanismo eléctrico para disparar.—Lanzamiento por debajo del agua.—Aparatos de lanzamiento por debajo del agua.—Aparatos de lanzamiento en las embarcaciones menores. . . 135

Páginas.

DÉCIMA TERCERA CONFERENCIA.

Torpedos de botalón.

Torpedo de Mac-Evoy.—Conexiones eléctricas del torpedo.—Instrucciones del Cap. Mac-Evoy para el manejo de su torpedo de botalón.—Torpedos de botalón en las lanchas y botes de vapor. 147

DÉCIMA CUARTA CONFERENCIA.

Torpedos de remolque.—Torpedos de corriente.—Torpederos 157

DÉCIMA QUINTA CONFERENCIA.

Defensa contra los torpedos. 179

PRÓLOGO.

El presente libro no necesita en realidad prólogo y el principal objeto de estas líneas es solo el de hacer público mi agradecimiento á su autor por su deseo de que, en prueba de la amistad que nos une, aparezca mi nombre al pié de ellas, deseo que cumplo gustosísimo, porque á la par que me honra me permite también hacer más pública la opinión que el libro me merece.

A mi juicio viene á llenar un vacio que no podia satisfacer ninguno de los tratados que conozco. Escrito con grande claridad y bajo un punto de vista esencialmente práctico, se adopta perfectamente á las clases á quienes principalmente se destina; pero su utilidad es más general pues no es fácil encontrar en ningún idioma, un testo como este relativamente reducido y que contenga sin embargo los elementos principales de cuanto necesita conocer un torpedista. *Principios de Electricidad, Esplosivos y descripción del material de torpedos* des-

de el primitivo hasta el más reciente y perfecto, todo se espone en él con escelente método, así es que creo que este libro, no obtante su modesto título, figurará probablemente en las pequeñas bibliotecas de mis compañeros, quienes encontrarán en él no solo un escelente memorandum sino tambien enseñanza provechosa difícil de reunir en tan breve espacio.

Cartagena 10 Mayo 1886.

Joaquín Bustamante.

PRIMERA PARTE.

EXPLOSIVOS.

PRIMERA CONFERENCIA.

SUSTANCIAS EXPLOSIVAS.

El empleo de las sustancias explosivas en la guerra y en la industria de las minas, está fundado en la producción rápida de un volúmen considerable de gas en un espacio demasiado pequeño para contenerlo á la presión atmosférica. La fuerza de espansión que se desarrolla, es capáz de lanzar los proyectiles á grandes distancias y de romper la envuelta que lo encierre; además, la fuerza viva de las moléculas gaseosas se trasmite á los proyectiles, á los trozos de envuelta ó á los objetos cercanos que son conmovidos, echados á tierra ó proyectados á diversas distancias.

Estos efectos pueden obtenerse por la expansión simple de un gas ó de un vapor comprimido de antemano, ó bien por una reacción química que convierta un cuer-

po sólido ó líquido en gas ó vapor que ocupe un volúmen considerablemente mayor que el que ocupaba la sustancia primitiva.

El segundo método es el que se emplea exclusivamente en la práctica porque los efectos son mucho más poderosos para un peso dado de materia activa y también porque no es necesario ningún aparato para comprimir el gas ó para calentar el líquido que se quiere convertir en vapor.

Entre estas reacciones, la elección se limita á aquellas que hacen intervenir el oxígeno libre ó combinado y las sustancias combustibles y en la práctica únicamente se emplean las mezclas de un cuerpo, generalmente sólido, capáz de ceder el oxígeno necesario para la combustión de otro con quien se halle íntimamente *mezclado* ó aun combinado.

Cuando las sustancias explosivas están formadas por la mezcla de varios cuerpos, se llaman en general *pólvoras mecánicas* y *pólvoras químicas* si los cuerpos están combinados.

Al hacer explosión cualquier sustancia, los efectos son directamente proporcionales al volúmen de gas producido y á la temperatura de la explosión é inversamente al tiempo que emplea en efectuar su cambio de estado ó su descomposición.

La explosión *instantánea* de un compuesto cualquiera se llama *detonación* ó *explosión* de *primer orden* y *explosión de segundo orden* ó simplemente *explosión*, si esta tiene lugar de un modo relativamente gradual.

La diferencia esencial entre la detonación y la explosión consiste en la rapidez con que se efectúa la transformación de una sustancia explosiva en gas ó vapor.

El obtener con una sustancia explosiva dada una detonación ó una explosión, depende de diferentes circunstancias, como son: su estado físico, las condiciones bajo las cuales se encuentre al provocar la explosión, tales como la de estar ó no encerrada, la naturaleza de la envuelta, etc., etc., y por último del modo de provocar la explosión.

Daremos á conocer las sustancias explosivas que pueden ser de utilidad para la carga de los torpedos y al tratar de cada una de ellas indicaremos los requisitos que exige para obtener su detonación.

PÓLVORA ORDINARIA.

La pólvora ordinaria es una mezcla íntima de salitre, azufre y carbón vegetal. La proporción en que estas sustancias entran en la mezcla, varía según los distintos paises y los usos para que se destina.

En España y en Francia, la pólvora de guerra tiene la composición siguiente:

Salitre	75
Azufre	12'5
Carbón	12'5
	100'0

Lo pólvora alemana contiene:

Salitre	75
Azufre	11'5
Carbón	13'5
	100'0

En Inglaterra y en Austria:

Salitre	75
Azufre	10
Carbón	15
	100

* SALITRE.—El nitrato de potasio conocido vulgarmente con el nombre de salitre ó nitro, se encuentra ya formado en la naturaleza y puede obtenerse también por medio de combinaciones químicas.

El salitre puro es bastante escaso y como es preciso hacer un gran consumo de él en la fabricación de la pólvora, se encuentra ventaja en transformar el nitrato de sódio en nitrato de potasio y el que resulta de esta transformación es el que generalmente se emplea.

El nitrato de sódio se encuentra principalmente en el Perú, donde forma una capa de espesor variable en una extensión de más de 100 leguas cuadradas. Esta sal, tal como la extraen de la tierra, viene á Europa donde se purifica fácilmente disolviéndola en agua y sometiéndola á la evaporación. Su abundancia y lo fácil que es el purificarla, hace que se venda á un precio muy bajo.

El salitre que se emplea en España en la fabricación de la pólvora es el obtenido de este modo, y según los reglamentos no debe tener más de $^{3}/_{1000}$ de *cloruro de sodio*.

* AZUFRE.—Es un cuerpo simple que se encuentra en la naturaleza, una veces aislado ó como suele llamarse *nativo* y otras en combinación con un gran número de metales. El azufre nativo se encuentra á veces puro, pero generalmente está mezclado con materias terrosas.

El azufre puede presentarse bajo los tres estados só-

lido, líquido ó gaseoso, según la temperatura á que esté sometido.

Para separar el azufre de las materias terrosas, se funde en grandes calderas, las materias terrosas caen al fondo, se saca el azufre por medio de cazos y se vacía en moldes; en este estado se conoce con el nombre de *azufre en bruto* y es preciso someterlo á una segunda purificación, que se practica en unas calderas en forma de retortas, cuyo cuello desemboca en una espaciosa cámara de mampostería.

La caldera está situada sobre un horno y los vapores de azufre que se desprenden, se dirigen á las paredes de la cámara, donde se condensan en forma de un polvo muy fino llamado *flores de azufre*.

Si quiere obtenerse fundido, no hay más que elevar la temperatura de la cámara, y al llegar á 111°, pasa al estado líquido y cae al suelo, donde se dirige por una canal á una abertura, que puede taparse y va á parar á unos moldes.

El azufre que se emplea en España para la fabricación de la pólvora, procede de las minas de Hellín, muy puro y en forma de panes. Es preciso reducirlo á polvo muy fino, lo cual se efectúa, en una tahona formada de una sola muela que se mueve sobre su correspondiente yusera, ó bien por medio de toneles giratorios, en los que se introducen balines de bronce.

* Carbón.—Se emplea el carbón vegetal, pero es preciso tener cuidado porque no todas las maderas sirven para prepararlo, sino que deben ser maderas tiernas y ligeras. La carbonización no debe practicarse nunca en pilas ó montones al aire libre, como se hace con el carbón ordinario, sino encerrándolo en hoyas ó por medio de vasos cerrados.

En España se emplea el carbón de agramiza ó cañamiza y la carbonización se efectúa en hoyas revestidas interiormente de piedra refractaria y se cubren con una tapadera de tablas forrada de hoja de lata.

Fabricación de la pólvora.—Conocidas las diferentes sustancias que entran en la composición de la pólvora nos ocuparemos del modo de fabricarla.

Para la fabricación de la pólvora se conocen distintos procedimientos, pero sea cualquiera el que se emplee es preciso efectuar las operaciones siguientes:

1.ª Mezcla mecánica de los ingredientes.

2.ª Compresión de la mezcla.

3.ª, 4.ª y 5.ª Graneado, desecación ó asoleo.

Mezcla.—El procedimiento más antiguo que se conoce es el de los molinos de percusión. Consisten estos en una ó varias baterías de mazas con sus correspondientes morteros. Las mazas se reducen á una barra prismática de madera terminada por su parte inferior en una espiga, en la que entra una contera de bronce en forma de pera que pesa de 40 á 60 kilógramos. Los morteros se abren en un madero grueso y tienen la forma de una esfera menos un casquete.

Cada fila de mazas compuesta generalmente de 16 á 20, se pone en movimiento por medio de un árbol atravesado perpendicularmente á su eje por unas palancas llamadas *levas* dispuestas de modo que formen dos líneas espirales sobre la superficie del árbol que armado de este modo se llama *erizo*. Las mazas tienen una especie de tojinos donde apalancan las levas para levantarlas y están dispuestas de modo que un operario pueda dejarlas suspendidas cuando trabaja en los morteros.

La mezcla se efectúa en porciones proporcionales á

la cabida de los morteros y el modo de incorporar los ingredientes varian según los distintos paises. En Francia por ejemplo la mezcla se hace en porciones de 10 k., se echa primero en los morteros la parte correspondiente del carbón que es de 1'25 k., se rocia con un litro de agua y se ponen las mazas en movimiento; al cabo de media hora, se cuelgan las mazas y se echa en cada mortero el salitre y azufre correspondiente á su carga; se remueve todo con las manos, se agrega medio litro de agua y se vuelven á poner las mazas en movimiento.

A la media hora se procede á traspasar la mezcla de unos morteros á otros, operación que se llama *vuelta de plato*. Terminada esta operación se ponen las mazas en movimiento, y se continúa así durante 12 horas, dando de hora en hora la vuelta de plato y al practicar la última se deja marchar la batería durante dos horas para dar consistencia á la masa.

En España para hacer la mezcla se echa primero el azufre y parte del carbón y se va agregando el salitre poco á poco con las mazas en movimiento y al concluir de echar el salitre se hace lo mismo con el resto del carbón.

Otro procedimiento de hacer la mezcla es, por medio de toneles giratorios. Se hace primero la mezcla binaria de azufre y carbón en toneles de hierro con balines de bronce y en otro semejante se reduce el salitre á polvo muy fino. Hecha la mezcla binaria, se le incorpora el salitre y se traspasa á los *mezcladores* que son unos toneles de cuero en los que se introducen balines de estaño.

La mezcla puede también hacerse en molinos especiales; primero se hace la mezcla binaria de azufre y carbón, se le incorpora el salitre y pasa á los molinos que consisten en dos ruedas verticales que pesan

de 5 á 6 toneladas y pisan sobre una plataforma ó yusera también de hierro colado. La mezcla que se vá formando es preciso irla refrescando, á cuyo efecto se fija al eje de una de las ruedas una especie de regadera.

Compresión de la mezcla.—Cuando la mezcla se hace en molinos, la compresión se efectúa dejando marchar las ruedas con lentitud, y si se ha efectuado por cualquiera de los otros procedimientos, se comprime por medio de prensas hidráulicas. A la costra ó torta que resulta se le llama *galleta*.

Graneado.—Se efectúa por medio de cribas y consiste en reducir la pasta á granos de un grueso determinado. Las cribas toman diferentes nombres, según el diámetro de los agujeros. La primera se llama *rompedora*; en ella se coloca la pasta y se la imprime un movimiento de vaivén, pero como este no bastaría para hacer pasar los pedazos gruesos, se desmenuzan estos colocando en la criba un disco lenticular de madera dura llamado *lenteja*. En España en vez del disco de madera se ponen cuatro ó seis pequeños cilindros de estaño á los que se les da el nombre de *piedras*.

El movimiento se les imprime á las cribas bien á mano apoyándolas sobre listones de madera ó suspendiéndolas del techo, ó bien á máquina colocando varias cribas sobre un bastidor ó cajón de madera suspendido del techo por medio de cuerdas y atravesado en su centro por un eje excéntrico, y puesto este en marcha por un medio cualquiera, imprime á las cribas un movimiento de vaivén.

El graneado de algunas de las pólvoras modernas suele hacerse por medio de máquinas especiales, según la forma que hayan de tener los granos.

SECADO.—Tiene por objeto privar á la pólvora de la mucha humedad que contiene y puede hacerse por la exposición al sol ó por la aplicación del calor artificial en estufas.

ALISADO.—Esta operación se practica por medio de toneles divididos en varios compartimientos y provistos de una portezuela para poder introducir la pólvora y sacarla despues de alisada. A los toneles se les imprime despues de cargados un movimiento giratorio; con lo que rodando continuamente los granos sobre sí mismos y chocando unos con otros y con la parte interior del barril, sus partes angulosas se desgastan, y adquieren consistencia y lustre. También suele echarse en el barril un poco de plombagina.

PROPIEDADES DE LA PÓLVORA.—La pólvora hace explosión cuando se eleva su temperatura á 270 ó 300°; esta temperatura es tanto más baja cuanto más finos son sus granos. Calentada lentamente, el azufre entra en fusión y el vapor que se produce se inflama en el aire á los 250 y produce la explosión.

En la deflagración de la pólvora hay que considerar la *velocidad* de *inflamación* y la *velocidad* de *combustión*.

Se llama velocidad de inflamación á la velocidad con que se propaga el fuego de una parte á otra de la carga, y velocidad de combustión á la velocidad con que se consume dicha carga.

La velocidad de inflamación varía con la forma y dimensión de los granos. El máximun corresponde á granos de dimensiones medias y el mínimun al polvorín, porque en este, los gases calientes no pueden penetrar en la masa con facilidad.

También varía con las proporciones de los elementos

que entran en su composición y con la dureza de los granos.

La velocidad de combustión aumenta con la presión; disminuye con la magnitud de los granos, con la humedad que contienen y con la densidad; varía con las proporciones de los componentes y de una manera notable con la trituración más ó ménos perfecta de la mezcla.

La naturaleza del carbón que se emplea tiene gran influencia, tanto, que empleando el *carbón rojo*, que es el que resulta de la exposición de las maderas á una temperatura relativamente baja, se obtienen pólvoras muy violentas llamadas generalmente *rompedoras* por los efectos destructores que producen sobre el ánima de los cañones.

Las dimensiones y la forma de los granos depende del graneado, y hoy dia se fabrican pólvoras cuyos granos tienen diferentes formas y dimensiones tales, como la pólvora Pellet cuyos granos tienen la forma de discos de 19 m|m de diámetro y 13 m|m de altura con una cavidad de 6 m|m en una de sus bases, la pólvora Pebble (guijarro) de grandes granos angulares, la pólvora prismática rusa cuyos granos pesan 37 gramos, etc., etc.

La densidad depende de la presión á que se somete la mezcla durante la fabricación y la dureza de la humedad que existe en la masa al someterla á la presión.

La pólvora más apropósito, para la carga de los torpedos debe ser muy viva, puesto que el efecto que se busca es la destrucción de un obstáculo por la conmoción violenta que comunica al agua la explosión.

Modo de provocar la detonación.—Para provocar la detonación de la pólvora debén emplearse cebos de *fulminato de mercurio* en vez de los cebos ordinarios de polvorín y de no hacer uso del fulminato, las envueltas

deben tener una resistencia relativamente grande para dar lugar á la combustión completa de la carga antes de que se rompan.

Efectos de la detonación.—Numerosas experiencias han probado que una carga de 25 kilógramos de pólvora á 2'5 m de inmersión y en contacto, es suficiente para echar á pique los buques de madera más resistentes y causar averías en los blindados, empleando cebos que contengan 1'5 g. de fulminato de mercurio.

Efectos del choque.—La pólvora presenta bastante resistencia al choque; el de hierro contra hierro es el que produce más fácilmente la explosión, se puede llegar á determinar por un choque muy violento de hierro contra latón y de plomo contra plomo ó contra madera. El choque de cobre contra cobre, bronce ó madera, parece el menos peligroso.

Conservación de la pólvora.—La pólvora se conserva en España en sacos de cáñamo tupido de cabida de 50 kilógramos y cada saco bien atado, se introduce en un cajón de madera de pino, cuyas tablas tienen unos 2 cm de grueso; los cajones se colocan apilados en almacenes en tierra llamados polvorines, los cuales deben construirse en sitios secos y ventilados y léjos de poblado siempre que se pueda.

Abordo se conserva en saquetes de lanilla ó anascote de distinto color y magnitud, los cuales se colocan en jarras prismáticas de cobre con una boca circular en la parte superior dispuesta de un modo sencillo para que cierre herméticamente.

Las jarras se colocan en taquillas en los pañoles de pólvora y estos se preparan de modo conveniente para evitar en lo posible el calor y la humedad y deben estar á cubierto de los efectos de los proyectiles enemigos, es

decir, bajo la línea de flotación y dispuestos para que puedan inundarse en caso de incendio.

INCONVENIENTES DE LA PÓLVORA PARA EMPLEARLA COMO CARGA DE LOS TORPEDOS.—Hemos dado una ligera idea de la fabricación y principales propiedades de la pólvora porque en algunos casos podrá ser de utilidad para la carga de los torpedos, sobre todo si no se dispone de otro explosivo que reuna mejores condiciones, pero á pesar de su fácil fabricación, y precio reducido, tiene inconvenientes que la hacen impropia para figurar entre las sustancias explosivas destinadas á las defensas submarinas.

Estos inconvenientes son:

1.° Comparada con las demás sustancias que se conocen, su fuerza explosiva, á igualdad de volumen, es mucho menor, lo cual hace necesario el empleo de recipientes voluminosos.

2.° Absorbe con facilidad la humedad de la atmósfera por lo que su fuerza explosiva es muy variable.

3.° Por la misma causa su conservación se dificulta.

4.° Exige envueltas completamente estancas.

* PÓLVORAS DE NITRATO DE SÓDIO.

* El precio reducido del nitrato de sódio, comparado con el que tiene el de potasio, ha dado orígen á diferentes tentativas para sustituir uno por otro en la fabricación de la pólvora.

Las pólvoras de nitrato de sódio que se han obtenido, tienen propiedades muy semejantes á las de nitrato de potasio, pero atraen la humedad en mucho mayor grado

que estas últimas, sobre todo, si el nitrato de sódio no está bien purificado, lo cual es un inconveniente muy grave.

* PÓLVORAS DE CLORATO DE POTASIO.

El clorato de potasio es una sal anhidra que se prepara haciendo obrar el *cloro* sobre una disolución concentrada de potasio.

Activa mucho la combustión y deflagra cuando se arroja al fuego. Es un cuerpo oxidante de los más enérgicos y forma mezclas explosivas con la mayor parte de los cuerpos combustibles que detonan fácilmente por la percusión.

Estas mezclas detonantes son mucho más enérgicas que las correspondientes obtenidas por el salitre, pero tienen el inconveniente de que su fabricación, lo mismo que su manejo, son muy peligrosos, como lo han 'probado numerosos accidentes.

SEGUNDA CONFERENCIA.

ALGODÓN PÓLVORA.

El algodón pólvora se forma por la acción del *ácido nítrico* sobre el algodón común.

Para obtenerlo se sumerje el algodon ordinario, en una mezcla formada por tres partes en peso de *ácido sulfúrico* y una de ácido nítrico. El ácido sulfúrico tiene por objeto absorver el agua que resulta en la combinación, para que el ácido nítrico conserve siempre su concentración.

Los ácidos deben ser muy concentrados, de lo contrario resultan mezclados con el algodón pólvora otros productos dotados de propiedades explosivas inferiores.

El algodón pólvora se encuentra en el comercio bajo diferentes formas, de las cuales son las principales las siguientes: En rama ó ligeros copos, pulvurulento ó gra-

nulado y comprimido en discos ó ladrillos de formas y dimensiones variadas.

El que se emplea, casi de un modo exclusivo en la carga de los torpedos, es el comprimido.

En la fábrica de Stowmarket (Inglaterra) para obtener el algodón pólvora, se efectúan las operaciones siguientes:

1.ª CARDA Á MANO.—Tiene por objeto separar el algodón común de los cuerpos que de ordinario le acompañan, tales como hilos de cáñamo, maderas, piedras, etc.

2.ª CORTE.—Se verifica á máquina por medio de unas cuchillas fijas en una pieza que tiene un movimiento vertical alternativo.

3.ª CARDA Á MÁQUINA.—Esta operación se efectúa con una máquina movida por medio del vapor, que consiste en vários cilindros con puntas que arrollan el algodón en tambores de un metro de altura, dándole la forma de las mantas de enguatar que se venden en el comercio.

4.ª SECADO.—Para privar al algodón de la humedad, se introduce en cilindros de hierro de dobles paredes entre las que circula una corriente de vapor.

5.ª ENFRIAMIENTO.—Después de seco, se coloca el algodón en unos grandes recipientes de zinc ó palastro, los cuales se tapan herméticamente y se deja enfriar durante la noche.

Terminadas las anteriores operaciones, se encuentra ya el algodón en estado de recibir la mezcla de ácidos.

6.ª MEZCLA DE ÁCIDOS.—El aparato que se emplea para mezclar los ácidos se reduce á un doble embudo de fundición por el que caen los ácidos á un vaso cilíndrico, también fundidos en el interior del cual se mueve un eje con paletas que agita el líquido y promueve la mezcla.

7.ª ENFRIAMIENTO.—La mezcla de ácidos se deposita en grandes marmitas de fundición, que se tapan con cubiertas aseguradas por medio de pernos y tuercas y se deja enfriar durante dos ó tres dias.

8.ª INMERSIÓN DEL ALGODÓN EN LA MEZCLA.—Cuando está fria la mezcla se lleva á unas artesas de fundición, alrededor de las cuales circula, por medio de una doble envuelta, una corriente de agua fría cuyo objeto es absorber el calor que se produce en la mezcla por la acción química que tiene lugar al combinarse el algodón con el ácido nítrico.

El algodón se introduce en la mezcla por pequeñas porciones de peso conocido, cada una de las cuales se coge con una horquilla y se tiene sumergida en los ácidos durante 4 ó 5 minutos, al cabo de los cuales se saca y se escurre con la misma horquilla sobre unas parrillas situadas en la parte posterior de las artesas.

El algodón pasa de las parrillas á unos tarros de barro, los cuales se tapan y se llevan á otra habitación dispuesta para contener en el suelo, á manera de estanque, una cantidad de agua en la que los tarros quedan sumergidos hasta los $^2/_3$ de su altura próximamente y permanecen así 24 horas.

9.ª EXTRACCIÓN DEL ÁCIDO SOBRANTE.—El exceso de ácido que contiene el algodón pólvora, sobre el que se ha combinado con el algodón ordinario, se extrae por medio de máquinas de acción centrífuga y como con estas no se consigue por completo el objeto, pasa enseguida á unas grandes cubas de madera en las que circula una corriente de agua y después de bien lavado pasa de nuevo á las centrífugas.

10.ª REDUCCIÓN Á PULPA.—Despues de las anteriores operaciones, el algodón pólvora contiene todavía al-

gunas trazas de ácido, de las cuales es preciso privarlo, para lo cual se reduce á una especie de pulpa y en este estado se vuelve á lavar.

Para reducirlo á pulpa se emplean unas máquinas que consisten en un depósito oblongo en el que se halla alojada una rueda cuya superficie está provista de unas cuchillas; en el fondo del depósito y en la parte que corresponde debajo de la rueda, hay otras cuchillas semejantes á las de esta; el depósito se llena de agua, se echa en él el algodón pólvora y se pone la rueda en movimiento, la cual al girar obliga al algodón pólvora á pasar entre las cuchillas de que vá provista y las del fondo y lo vá reduciendo al estado de pulpa.

El fondo del depósito es movible y se vá elevando para disminuir la distancia entre las cuchillas de la rueda y las que él lleva á medida que adelanta la operación.

11.ª SEGUNDO LAVADO.—La pulpa así obtenida pasa á unos grandes lavaderos de forma parecida á la de las máquinas anteriormente descritas pero con el fondo plano. Próximamente en el centro hay una rueda con paletas que al girar agita el agua y la pulpa, y la operación se dá por terminada cuando tratando una pequeña porción por el papel yodurado no presenta reacción ácida.

12.ª EXTRACCIÓN DEL AGUA.—Terminada la anterior operación se deja salir el agua de los lavaderos, se recoge la pulpa y se le extrae la mayor parte del agua que contiene por medio de centrífugas iguales á las empleadas para la extracción del ácido ó bien por medio de máquinas neumáticas.

13.ª PESO, MOLDEO Y PRESIÓN. -Al salir de la anterior operación, la pasta se encuentra en un estado plástico; la compresión con los dedos se hace sensible y conserva la impresión. En este estado se pesa en pequeñas

porciones y se somete á una presión preliminar que se efectúa por medio de una prensa que tiene 36 cilindros huecos, en los cuales penetran unos pistones ó mandriles provistos de pequeños agujeros para dar salida al agua. Introducida la pasta en los cilindros se fuerzan para abajo los pistones por medio de la presión hidráulica. Los discos de algodón pólvora así obtenidos se someten á una segunda presión más fuerte que la primera, en unas prensas hidráulicas, presión que se eleva á 6 toneladas por pulgada cuadrada. Al salir de la prensa el algodón pólvora tiene todavía un 6 p. °|o de agua, la cual puede extraérsele exponiéndolo al sol ó por medio de estufas.

Se comprende que variando los moldes, pueden darse á la pasta las formas que se desee; las más generalizadas en el comercio son: ladrillos de 13 c|m de lado, 3 c|m de altura y 0'679 k. de peso, discos de 17 c|m de diámetro y 0'048 k. de peso y cilindros de 37 m|m de altura y 30'5 m|m de diámetro con un taladro en el centro de 6 m|m de diámetro para introducir la espoleta, los cuales pesan estando secos 28'35 gramos y se emplean generalmente para carga iniciadora.

Embalaje.—Terminada la fabricación, se envuelven en papel los discos ó ladrillos y se empacan en cajas de madera que interiormente tienen un baño de parafina.

Propiedades.—El algodón pólvora en rama se distingue muy poco por su aspecto del algodón ordinario; sin embargo, es más áspero al tacto y sus hebras se quiebran con más facilidad.

Su densidad cuando está comprimido, varía entre 1 y 1'5 según la presión á que se halla sometido. Si se sumerje en agua dulce absorbe cierta cantidad que varía

con su densidad. Cuando la densidad es 1, absorbe el 35 por °/₀ al cabo de algunas horas y solo el 20 por °/₀ siendo la densidad 1'5.

El algodón pólvora se dice que está seco cuando solo contiene el 2 p °/₀ de agua.

Acción de la luz solar.—El algodón pólvora expuesto durante dos ó tres dias á la luz solar, se descompone lentamente, dá un olor ligeramente aromático y enrojece el papel de tornasol. Este principio de descomposición desaparece cuando se pone de nuevo en la oscuridad, pero adquiere más facilidad de hacer explosión de la que antes tenía.

Acción del calor.—Con temperaturas inferiores á 65°, el algodón pólvora no se descompone si está bién preparado. La temperatura de inflamación no está fijada de un modo exacto, pues cada autor le asigna una distinta. Las experiencias de recibo inglesas exigen la de 173° como mínimun.

El algodón pólvora seco se inflama cuando se le comunica el fuego directamente y arde con una llama amarilla sin detonar.

Estando comprimido, puede arder en cantidad notable sin hacer explosión, si está encerrado en cajas ligeras, pero encerrado en cajas resistentes ó en almacenes sólidamente construidos ó en grandes masas, al inflamarse puede producirse la explosión.

Si está húmedo, el contacto de un hierro enrojecido lo inflama, si contiene ménos de un 12 p°/₀ de agua. Con 17 p°/₀ es incombustible; puede arrojarse un pedazo al fuego y arderá á medida que se vayan secando las capas superficiales.

Efectos del choque.—El algodón pólvora seco sometido á un choque violento entre dos cuerpos duros

puede detonar, pero solamente la parte chocada, el resto es dispersado é inflamado.

En Austria se hicieron experiencias para ver el efecto producido por los proyectiles de las armas portátiles á corta distancia sobre cajas que contenían algodón pólvora comprimido y seco, y generalmente se produjo la inflamación, pero en ningún caso hubo detonación; sin embargo, si el algodón pólvora apoya contra madera ó hierro, puede en algunos casos producirse la detonación con dispersión.

Efectos de la fricción.—El frotamiento continuado puede producir la explosión del algodón pólvora seco, de modo que si hay necesidad de taladrar ó serrar algún trozo, debe hacerse con intermitencia y tener agua á mano.

Estando húmedo se puede taladrar, serrar y cepillar sin cuidado, tomando únicamente la precaución de mojar de cuando en cuando el útil que se emplee.

Estabilidad.—Según opinión de las autoridades inglesas más competentes, el algodón pólvora bién preparado, es decir, que ha sufrido los lavados suficientes y la conversión en pasta, no parece susceptible de descomposición espontánea en un período de 20 ó 30 años y estando húmedo su estabilidad es aun mayor.

Los ingleses han embarcado grandes cantidades para las Indias y Australia y á su llegada lo han encontrado en perfecto buen estado.

Estando mal purificado presenta reacción ácida al cabo de algunos años.

Modo de provocar la detonación.—Para provocar la detonación del algodón pólvora seco, es preciso emplear cebos de fulminato de mercurio.

Según Abel, bastan 32 centígramos de fulminato de

mercurio en una cápsula de plancha delgada de hierro y en contacto riguroso para producir la detonación. Si la distancia entre el cebo y el algodón pólvora aumenta, es preciso aumentar también dicha cantidad. Los cebos de Abel contienen tres gramos de fulminato; los adoptados en Francia como reglamentarios, tienen 1'5 gramos contenidos dentro de un tubo de latón de 0'3 m|m de espesor, y los que se emplean en España que son los mismos usados en Inglaterra, tienen 1'5 gramos dentro de un tubo de hoja de lata.

Si el algodón pólvora contiene el 5 p°|₀ de agua, ya es dudosa la detonación con 1'5 gramos, y si está húmedo al 17 p°|₀ son necesarios 13 gramos.

Hubiera sido pues necesario secar el algodón pólvora si no se hubiese descubierto que la detonación del húmedo puede provocarse por el intermedio de una carga relativamente pequeña de algodón pólvora seco; este es el medio que hoy se emplea, y la carga de algodón pólvora seco de que se hace uso se llama *carga iniciadora*.

La cantidad de algodón pólvora necesario para provocar la detonación del húmedo depende de varias causas.

Según Abel cuando la proporción de agua dulce del algodón pólvora es de 17 p °|₀ como máximo, bastan 6'6 gramos del seco como carga iniciadora, pero esta cantidad deberá aumentarse á 112 gramos cuando la cantidad de agua sea el 20 p °|₀.

En Francia se hicieron experiencias para comprobar estas cifras y resultó que solo deben considerarse como mínimas y que cualquier causa puede contribuir para que la detonación no se produzca; una lámina delgada de metal, por ejemplo, interpuesta entre el algodón pólvora seco y el húmedo, basta para ello.

Los escandinavos y los ingleses emplean para sus torpedos cargas iniciadoras de 0'454 k.

En Francia, después de una série de experiencias, se adoptó la carga de 625 gramos encerrados en una caja de plancha de hierro de 0'5 m|m de espesor. En España en las distintas experiencias practicadas por la Escuela de Torpedos, se han empleado cargas de 0'500 k. encerradas en una campana de bronce de 1 m|m de espesor.

La posición de la carga iniciadora, siempre que esté bien en contacto con la húmeda, es indiferente al parecer.

Cuando el algodón pólvora está saturado de agua, sea dulce ó salada, es preciso emplear mayor cantidad de algodón pólvora seco, para asegurar la detonación.

Empleando 625 gramos se han obtenido detonaciones incompletas, y con carga doble las detonaciones han sido siempre satisfactorias. Según esto, cuando se empleen cargas iniciadoras que no escedan de 625 gramos, será preciso que las envueltas sean completamente estancas, y como esta condición es difícil de satisfacer, sobre todo en una inmersión prolongada, convendrá emplear siempre cargas iniciadoras de 1'200 k.

La carga de algodón pólvora húmedo conviene estibarla metódicamente, pues de este modo las detonaciones son más francas que estando á granel; sin embargo, como es una operación pesada, no en todas las naciones se hace.

Efectos de la detonación.—La fuerza explosiva del algodón pólvora, á igualdad de volúmen, es igual á cuatro veces la de la pólvora ordinaria, lo que teniendo en cuenta su densidad, permite emplear envueltas mucho menos voluminosas para producir iguales efectos á los que se obtendrian con la pólvora.

Diferentes experiencias han demostrado que una carga de 15 k. de algodón pólvora que detone á tres metros de inmersión y á una distancia de medio metro, es suficiente para causar averías de consideración en los buques más poderosos que existen á flote, y esta es la carga que se emplea generalmente en los torpedos de botalón.

En una de estas experiencias se colocaron dos torpedos cargados con 15 k. de algodón pólvora á 3'75 metros de inmersión y á 0'85 metros de los fondos del Oberon que se habian preparado de modo que presentasen la misma resistencia que la de los buques blindados modernos (el Hércules), y el resultado de la detonación fué que cada uno de ellos hizo un agujero de unos 5'5 metros de largo por 2 de ancho en la plancha exterior, y en la interior una hendidura bastante ancha y de 1'80 metros de longitud próximamente.

Conservación.—El algodón pólvora debe conservarse húmedo y al abrigo de la luz y en almacenes de construcción ligera y que sean húmedos. Los discos ó ladrillos se meten en cajas de madera poco resistentes y las tapas se dejan sin ajustar. Dentro de las cajas se colocan esponjas ó pedazos de manta empapados en agua para que esté siempre húmedo, y papeles de tornasol que se reconocen con frecuencia para ver si presentan trazas de acidez.

En España está todavia en estudio un reglamento para la conservación del algodón pólvora, tanto á bordo como en tierra, y siendo por consiguiente imposible el consignarlo, damos á continuación un extracto de las prescripciones que se observan en Francia.

El algodón pólvora se entrega á los buques en cajas especiales llamadas de *trasporte* metidas de cuatro en

cuatro en otras cajas mayores llamadas de *á bordo*. La tapa de estas últimas se fija por medio de tuercas de cobre que atornillan en unos tornillos fijos al cuerpo de la caja y tienen un agujero que se tapa con un tapon metálico de tornillo y otro igual existe en el fondo.

El algodón pólvora después de reconocido se mete en las cajas de trasporte y se humedece teniendo las cajas durante algunos minutos dentro de un depósito de agua y dejándolas escurrir después. Enseguida se colocan las tapas sujetándolas con solo dos tornillos en los extremos, sin atornillarlos del todo; después se meten en las cajas de á bordo, acuñándolas para evitar que se muevan. Tanto las cajas de á bordo como las de trasporte van numeradas.

Las cajas de á bordo pueden trasportarse sin tomar precauciones especiales, pero está prohibido trasportar en las mismas embarcaciones pólvora y cápsulas fulminantes así como ácidos ó líquidos corrosivos.

Las cajas se colocan en un local situado en lugar fresco y húmedo y lejos del sitio donde se conservan las cápsulas fulminantes.

Todos los meses se reconocen, para lo cual se quita el tapón de las tapas de las cajas de á bordo y se presenta en el agujero una tira de papel de tornasol humedecido en agua destilada y también se recojen sobre el papel de tornasol seco algunas gotas del agua que pueda salir al quitar el tapón del fondo.

Cada tres meses se abren las cajas de á bordo, se sacan las de trasporte y después de reconocidas escrupulosamente se vuelven á meter en las primeras si no se encuentra novedad. Después se llenan de agua las cajas de á bordo de modo que ésta cubra á las de trasporte y se tienen así un cuarto de hora y al cabo de este tiem-

po se destapa el agujero del fondo para que salga el agua y se colocan los tapones recogiendo antes de colocar el del fondo, algunas gotas de agua sobre un papel de tornasol para asegurarse de que no presenta trazas de acidez. El agua que se emplee debe ser dulce, tan pura y limpia como sea posible y antes de emplearla se debe reconocer por medio de un papel de tornasol.

La temperatura de los pañoles debe ser inferior á 40°, y si llegase á este límite se echará agua en las cajas hasta que descienda el termómetro.

Para los reconocimientos hay que emplear faroles de seguridad.

Si en alguno de los reconocimientos se notase que alguna de las cajas de á bordo desprende vapores ácidos, se abrirá para buscar cual de las cajas de trasporte los produce y una vez encontrada se examinará cuidadosamente el contenido y si alguno de los discos presentase una coloración parda que no se pueda atribuir al agua con que se ha humedecido ó manchas de color rosa ó negruzco, se reconocen cuidadosamente y si dieran señales bien marcadas de acidez ó desprendiesen vapores nitrosos, se tiran al agua si el buque no está en uno de los Arsenales, y si está en algun Arsenal se entregan á la Dirección de Artillería.

Conservación del algodón pólvora seco.—El destinado al cebo de los torpedos se entrega á los buques armados, en pequeñas cajas de madera bien seca, forradas exteriormente de hoja lata, que tienen un doble fondo lleno de agujeros, en los que se introducen los cilindros de algodón pólvora seco, envueltos cada uno de ellos en papel secante; las cajas se cubren con una tapa de hoja de lata y sobre la unión se pega una tira de papel por medio de un barniz impermeable.

Cada cilindro lleva una inscripción con el peso exacto y la fecha en que se secó y se reconoce y se anota el nuevo peso y la fecha de la entrega; se tapa la caja, se pega la tira de papel y sobre ella se pone un sello con la fecha del reconocimiento.

Las cajas se trasportan y conservan con las precauciones usadas para las sustancias explosivas, pero las cápsulas fulminantes deben *siempre* estar separadas á bordo y en los trasportes. Estas cajas se conservan á bordo en pequeños cajones colocados entre baos en diferentes puntos y con preferencia en el sollado y en la batería, evitando en lo posible las temperaturas elevadas.

Cada seis meses se abren las cajas eligiendo para ello un tiempo seco; se quitan las hojas de papel secante y se observa si presentan señales de humedad. Después se examina con cuidado la superficie de los cilindros, y si presenta manchas sospechosas, se reconocen con cuidado, y en caso de que no estén en buen estado, se hace lo mismo que con el húmedo, es decir, se tira al agua si el buque no está en un Arsenal ó se entrega á la Dirección de artillería.

Modo de secar el algodón pólvora que se emplea para cargas iniciadoras.—Para esta operación se emplean estufas especiales; en su interior tienen un doble fondo por el que se hace pasar una corriente de vapor.

El algodón pólvora que se trata de secar se pesa y enseguida se coloca sobre una tela metálica que hay sobre el fondo de la estufa.

Al cabo de una hora se vuelve á pesar y se anota el nuevo peso y esta operación se repite de hora en hora.

Las diferencias entre cada pesada y la anterior irán siendo cada vez menores, y cuando dos pesadas sucesi-

vas acusen el mismo peso, la operación se dá por terminada. En tiempo seco la operación podrá hacerse sin necesidad de estufa por la esposición al sol.

Si la carga de los torpedos se hace inmediatamente, se coloca desde luego el algodón pólvora en las campanas de la carga iniciadora, y si no se guarda en tarros de cristal con tapones esmerilados, á menos que las campanas de la carga iniciadora estén dispuestas para que puedan conservarse cargadas y listas independientes de las envueltas.

En cada carga iniciadora debe haber un pequeño cilindro de algodón pólvora con un taladro en el centro, por el que se introduce la espoleta que debe entrar á rozamiento suave.

TERCERA CONFERENCIA.

NITROGLICERINA.

La nitroglicerina es la sustancia explosiva más enérgica que se conoce. Se obtiene por la combinación de la *glicerina* con el ácido nítrico, la cual debe efectuarse á una temperatura baja.

* La glicerina se extrae de los cuerpos grasos. Cuerpos grasos se llaman vulgarmente algunas sustancias de orígen orgánico que dejan sobre el papel manchas persistentes y traslucidas.

Las materias grasas se encuentran en los reinos vegetal y animal y parecen idénticas en ambos.

Los cuerpos grasos que son líquidos á la temperatura ordinaria se llaman *aceites*, y los sólidos toman los nombres de *grasas*, *mantecas* y *sebos*, según su consistencia y el reino de donde proceden.

Todas las grasas están formadas por una misma sustancia llamada *glicerina* mezclada con un ácido especial.

Es fácil separar la glicerina de los ácidos, y el conjunto de operaciones necesarias para obtener la separación se llama *saponificación*.

El medio más sencillo de separar la glicerina se reduce á calentar las grasas con *protóxido de plomo* en presencia del agua. La glicerina se separa del ácido y se disuelve en el agua y el ácido se combina con el protóxido y forma un jabón de plomo insoluble en el líquido. Se hace pasar enseguida una corriente de gas sulfuidríco para que precipite una corta cantidad de óxido de plomo que siempre se disuelve, se filtra el líquido y evaporándolo al baño de maría se obtiene la glicerina.

La glicerina es un líquido espeso, incoloro, sin olor y de un sabor azucarado; es soluble en agua y en alcohol y casi insoluble en el éter.

* Fabricación de la nitroglicerina.—La operación se divide en dos partes:

1.ª Conversión de la glicerina en nitroglicerina.

2.ª Separación del ácido sobrante y lavado.

* Conversión de la glicerina en nitroglicerina. —El aparato está representado en la figura 1. Alrededor de una chimenea de ladrillo DD, se disponen las artesas de madera AAA.., en estas se colocan jarros de barro vidriado *aaa*... que contienen la mezcla de ácidos formada por dos partes en peso de ácido sulfúrico y una de ácido nítrico; en los estantes BBB... sobre los jarros, se hallan las botellas *bbb*... para la glicerina; estas se cierran sin ajustar con tapones de madera de cabeza ancha, perforados según su eje, por donde pasan con holgura las cuñas cónicas de madera *eee* y los tubos de goma

ccc..., que llegan hasta el fondo de las botellas y llevan en su extremo pequeños tubos de cristal.

G es un tubo de vapor que pasa todo á lo largo de los estantes BBB..., justamente detrás de las botellas de glicerina; otro tubo F pasa por debajo y lleva en su generatriz inferior cierto número de agujeros con boquillas estrechas y sirve para hacer pasar una corriente de aire, como se dirá más adelante; á las boquillas se ajustan los tubos de goma *ddd*...

Las artesas contienen hielo machacado y agua, y están divididas en compartimientos, formando en las esquinas los espacios *ff* que contienen únicamente agua, por si es necesario usarla para llenar algún jarro que se haya calentado demasiado durante la reacción; en cada artesa hay un tubo por el que corre el agua á la canal E de desagüe, cuando la operación termina.

Los jarros se apoyan sobre pequeños listones, á fin de que no toquen al fondo de las artesas, permitiendo que el agua helada circule libremente alrededor de ellos, y deben hallarse exactamente debajo de las campanas C_1 C_2; estas son de madera y de la forma indicada en la fig.ª 1, encastrando por su extremo superior en aberturas practicadas en la chimenea DD. En la parte inferior de esta hay un hogar, provisto de su correspondiente puerta, que no está representado en la figura.

Cada jarro recibe de 18 á 20 libras de la mezcla de ácidos, según la concentración de estos; se colocan en las artesas de la manera expresada, cubriéndolos con discos de cristal, y se les rodea de agua y hielo machacado, dejándolos enfriar un rato.

Se introducen en cada botella dos libras de glicerina y cuando los ácidos han adquirido la temperatura del medio que los rodea, se quitan las tapas de los jarros y

se colocan dentro los tubos ventiladores que pasan por agujeros correspondientes practicados en las campanas C_1 C_2; se hace circular por ellos una corriente de aire, con lo que se consigue mantener el líquido en contínua agitación. El aire inyectado por la bomba debe ser seco y frío, lo que se consigue haciéndolo pasar primero á través del ácido sulfúrico contenido en un depósito y luego por una série de serpentines que están rodeados de hielo machacado y sal.

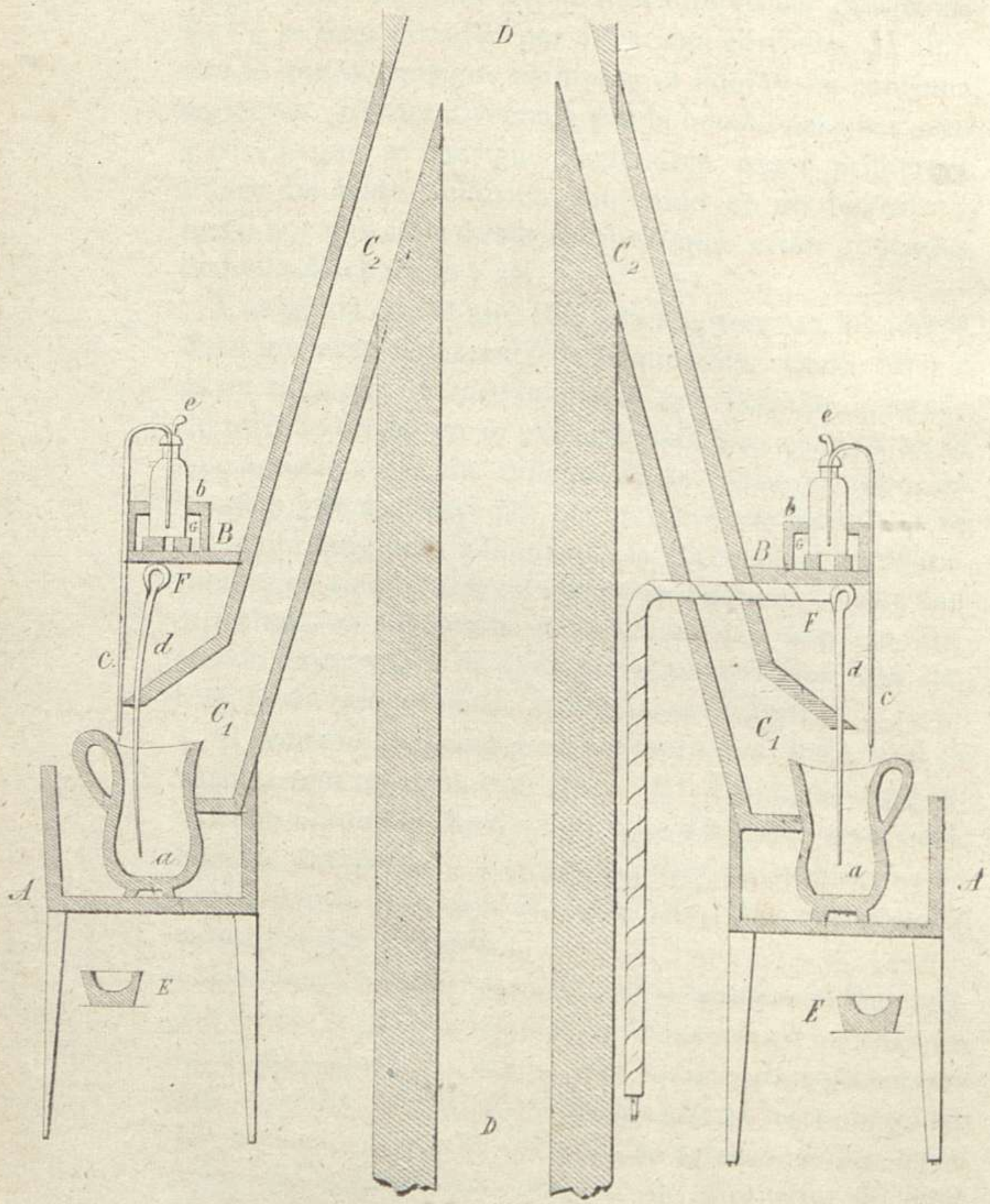
Enseguida que el aire empieza á entrar en los jarros debe iniciarse el descenso de la glicerina. Cada tubo *c* es un sifón que se hace funcionar por succión colocando otro de cristal en su extremo exterior; cuando se vé que aquella corre sin dificultad, se quita el tubo de succión y se sustituye por otro también de cristal, pero de punta muy fina, á fin de que la glicerina salga lentamente; en tiempo frio esta se pone pastosa y corre con dificultad, en cuyo caso se calientan las botellas, haciendo pasar vapor de agua por el tubo G que está detrás, hasta que adquiera la fluidez necesaria.

Al ponerse la glicerina en contacto con los ácidos se verifica una reacción muy viva. El fenómeno tiene lugar con un desarrollo de calor considerable, que debe hacerse desaparecer, pues de lo contrario la glicerina se oxida, dando lugar á la formación de otros cuerpos distintos del que se desea.

Los límites de temperatura para la reacción son muy estrechos, empezándola á 0°, no debe nunca exceder de los 8° 88 y entre los 10° y 13°, existe gran peligro de que se inflame el contenido de los jarros: esto se evita por medio del agua de hielo de las artesas y el paso á través del líquido de la corriente de aire frio; de este modo se consigue, por una parte, que el calor genera-

Lámina 1.ª

Fig.ª 1.ª



do en la reacción se trasmita á la totalidad de la mezcla, impidiendo un aumento local de temperatura, y al mismo tiempo obliga á la glicerina á mezclarse lenta y gradualmente con los ácidos.

Durante la operación debe observarse sin cesar la temperatura de los jarros, y si se nota que en alguno de ellos se eleva rápidamente, aproximándose al límite superior que hemos indicado, será que la glicerina corre muy deprisa y se apretará un poco la clavija ó cuña correspondiente *e*, á fin de que descienda con más lentitud. Si la temperatura llega á ser demasiado alta, ó continúa elevándose, se aprieta del todo la cuña para tapar por completo el tubo, con lo que se conseguirá el enfriamiento total á poco rato, y tan luego como el termómetro lo indica, se afloja aquella para continuar la operación. Por lo dicho se comprende el constante cuidado que este procedimiento requiere, por más que sea sencillo y fácil de ser dirigido por cualquier operario inteligente.

Cuando la temperatura de alguno de los jarros excede al límite superior citado, se inflama su contenido, lo que se revela por una copiosa evolución de vapores rojos y algunas veces llama; entónces debe cerrarse la corriente de glicerina, agitar con fuerza el líquido, y si el fenómeno se desarrolla con mucha violencia, sumergir el jarro en agua con la rapidez posible.

Los vapores que se desprenden durante la reacción son ácidos irritantes y perjudiciales á la salud de los operarios; en el aparato descrito se hace desaparecer este inconveniente por medio de las campanas y chimeneas, aumentando el tiro con un poco de fuego que se enciende en el hogar.

*SEPARACIÓN Y LAVADO DE LA NITROGLICERINA.—En-

seguida que toda la glicerina ha descendido á los jarros, la conversión es completa, pero habrá que separarla del ácido sobrante, que en su mayor parte es sulfúrico por haberse invertido el nítrico casi totalmente en la reacción; el ácido sulfúrico no toma parte en ésta, sirviendo tan solo para absorber el agua que se vá formando.

La nitroglicerina se hallará, pues, parte en disolución y parte en suspensión, pero al diluir el ácido, la que está disuelta se precipita y la otra se deposita en el fondo.

La fig.ª 2 representa el aparato para la separación y lavado de la nitroglicerina. En el suelo del taller donde se verifica la conversión, se halla enterrada la tina A que en la habitación de abajo se apoya sobre barrotes, como el dibujo indica.

Se pone agua en ella de modo que llene las tres cuartas partes de su capacidad y se la cubre con una tapa *a* que lleva en su centro una abertura cuadrada donde se ajusta un colador de plomo.

Por medio de un tubo de goma en conexión con la bomba de aire, se hace pasar una corriente al fondo de la tina, á fin de agitar con violencia su contenido. Se quitan los jarros del aparato de conversión y se vierten por el colador de la tina, donde por efecto de la agitación del agua, se mezcla rápidamente con ella el líquido que contienen; se saca el tubo ventilador y se deja reposar un rato el contenido de la tina, para dar lugar á que la nitroglicerina se deposite en el fondo, y entonces se decanta el agua acidulada, para lo cual hay en la tina, á corta distancia del fondo, pero sobre el nivel de la sustancia explosiva que cada operación puede producir, una llave de madera *b*, donde se ajusta un tubo de goma que conduce el líquido al desagüe *g*. La tina se halla ligeramente inclinada y tiene en su fondo otra llave

b_2 por donde se saca la nitroglicerina en pequeña cantidad, haciéndola caer en el cubo lavador B, forrado interiormente de plomo y suspendido por muñones del marco E; sobre el cubo B se hallan dos tubos *d* y *e* provistos de llaves al alcance del operador, que debe situarse de pié á su lado; el primero de ellos comunica con una cañería de agua y el otro lo está con la bomba de aire y lleva también un tubo de goma bastante largo para que alcance al fondo del lavador.

Se vierte una pequeña cantidad de nitroglicerina en el cubo B, se coloca el tubo de aire en su sitio y se abren las llaves *d* y *e*; cuando el cubo está lleno, se cierra la cañería de agua y se saca el tubo ventilador. La materia explosiva se deposita rápidamente en el fondo y al cabo de pocos minutos puede sacarse el agua haciendo girar al cubo con mucho cuidado sobre sus muñones. Esta operación se repite varias veces hasta que se considere perfectamente lavado el producto y entonces se le echa en una caldera de cobre para continuar el mismo procedimiento con lo que queda en la tina A.

Cuando toda la nitroglicerina se ha lavado suficientemente, se echa en tarros de barro donde se deja reposar cubierta con una capa de agua, hasta que se clarifica, en cuyo caso está lista para usarse; los tarros se colocan en cajas de madera llenas de tierra á fin de que esta absorba cualquier cantidad de líquido detonante que pudiera derramarse.

El tiempo necesario para hacer la nitroglicerina que pueden producir los materiales expresados, es de cinco horas, no incluyendo el invertido en enfriar los jarros, que varía según la estación, y la cantidad que se obtiene en este aparato en cada operación, cuando se usan los 24 jarros que pueden ponerse, es de 80 libras.

Propiedades.—La nitroglicerina es un líquido aceitoso, incolora cuando es pura, pero generalmente presenta un color amarillento; no tiene olor sensible y su sabor es azucarado en el primer momento y ardiente enseguida. Su densidad es 1'6.

Es casi insoluble en el agua, un poco en el alcohol y mucho en el éter.

Su preparación y manejo provoca fuertes dolores de cabeza, acompañados de ganas de vomitar. Una gota de nitroglicerina colocada sobre la lengua ó que penetre por una herida, hace sufrir durante muchas horas.

Cuando se sientan estos efectos, puede encontrarse alivio aplicando sobre la cabeza paños de agua sedativa ó de agua fria ó tomando una taza de café aunque generalmente no desaparecen hasta después de un sueño de algunas horas.

Acción del calor y del frio.—A la temperatura ordinaria, la nitroglicerina presenta como se ha dicho el aspecto de un líquido oleaginoso; á los 15° se espesa y á los 8° se congela, y para que recobre su fluidez es preciso someterla durante bastante tiempo á una temperatura superior á 8 ó 10°.

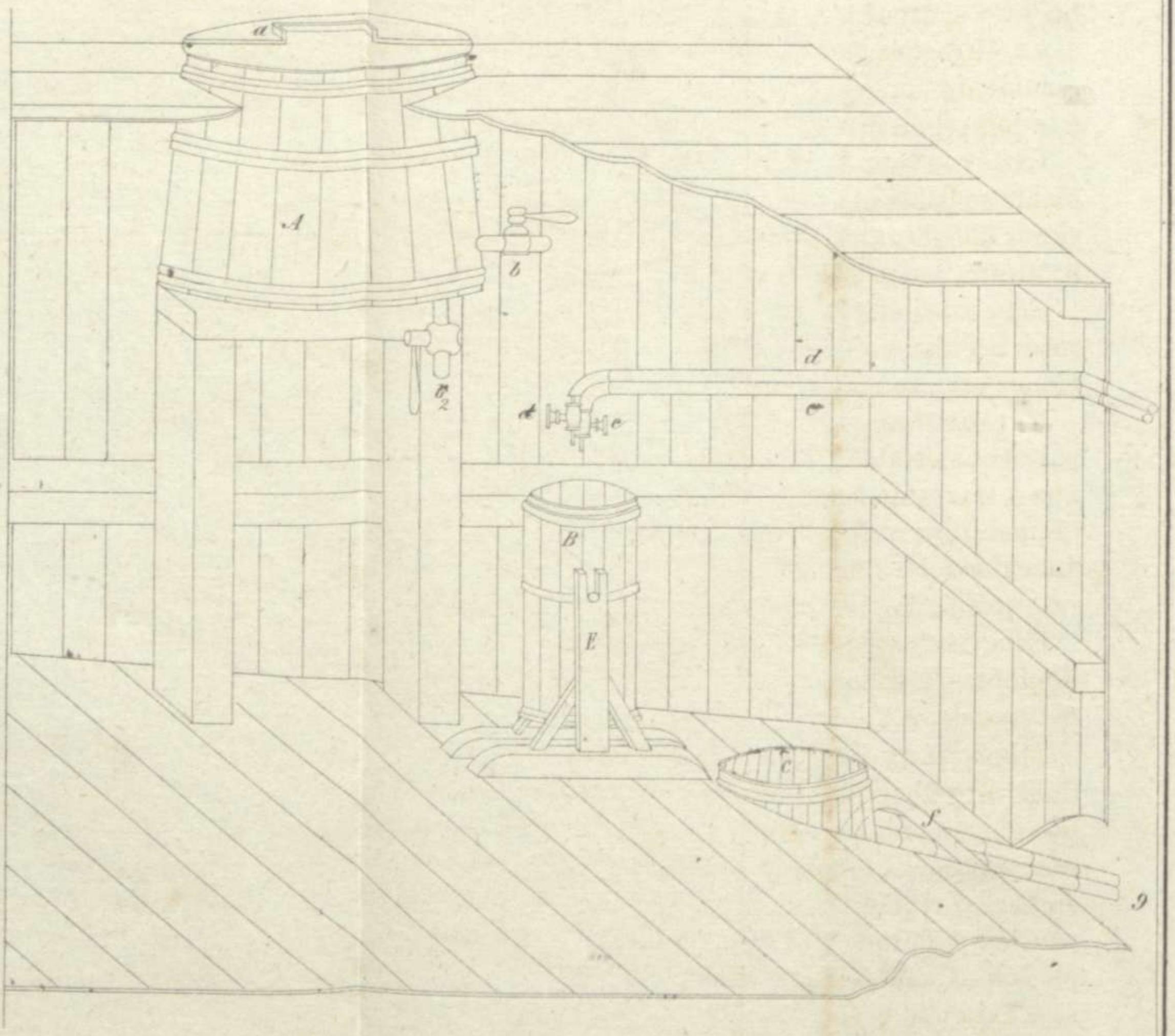
Si se calienta progresivamente entra en ebullición á los 18 C° y empieza á volatilizarse desprendiendo vapores amarillos y á los 241° detona.

Cuando permanece durante algún tiempo expuesta á una temperatura superior á 60°, la nitroglicerina puede ponerse ácida y descomponerse. Una corriente eléctrica también la descompone y puede, al cabo de cierto tiempo, producir la detonación.

Si se le aplica una llama ó un cuerpo en ignición, se inflama y arde lentamente al aire libre sin explosión, con una llama azul verdosa.

Lámina 2.ª

Fig.ª 2.ª



Encerrada en pequeñas cantidades, en envueltas poco resistentes, no hace explosión si se arroja sobre un fuego vivo, sino que arde después de romper la envuelta; pero si esta es resistente, detona.

La nitroglicerina hace explosión cuando se eleva rápidamente la temperatura á 270°, según unos autores, y á 190°, según otros.

Efectos del choque y de la fricción.—Es sumamente sensible al choque y á la fricción. Un peso de algunos kilógramos que caiga sobre ella, desde una pequeña altura, basta para provocar la detonación.

Esta sensibilidad tan grande, ha dado lugar á numerosos accidentes y hace preciso el tomar grandes precauciones para su manejo.

Estabilidad.—La nitroglicerina pura y recien preparada es estable, pero cuando contiene materias extrañas ó trazas de acidéz, se descompone lentamente á la temperatura ordinaria y con más rapidéz bajo la acción del calor solar ó de una temperatura elevada, en cuyo caso puede dar lugar á una explosión.

Esta descomposición se hace sensible por el desprendimiento de vapores nitrosos y por la coloración verde del líquido.

Modo de provocar la detonación.—La detonación de la nitroglicerina puede provocarse por medio de cebos de pólvora, por el algodón pólvora y por las diversas sustancias fulminantes; pero conviene emplear sin embargo, el fulminato de mercurio en cantidad que sea suficiente, porque sinó podrá producirse una simple explosión. Cuando está congelada no puede hacer explosión sino con grandes cargas de fulminato.

Fuerza explosiva.—La nitroglicerina es el explosivo más enérgico que se conoçe. Su fuerza explo-

siva es seis veces mayor que la de la pólvora ordinaria.

CONSERVACIÓN Y TRASPORTE.—Puede conservarse en tarros de barro con una capa de agua encima, colocados en cajas de madera y rodeados de arena seca para que absorba la nitroglicerina, en el caso de que alguno de los tarros se saliese. El agua debe mudarse dos ó tres veces al mes y observar si tiene trazas de acidéz.

Estando congelada puede trasportarse según algunos autores sin peligro alguno, y este es el medio que generalmente se emplea. La nitroglicerina se introduce en latas y se hiela teniéndolas durante cuarenta y ocho horas sumergidas en hielo machacado, después se mete cada lata dentro de una caja de madera con esponjas en el fondo y tubos de goma para añadir agua helada cuando sea preciso.

Otro medio de trasportarla sin riesgo, en estado líquido, consiste en mezclarla con un 50 p°/o de aceite de nafta (petróleo).

La mezcla se introduce en latas, las cuales se rodean de yeso y se disponen en cajas de madera.

Cuando quiere hacerse uso de ella, se vierte el contenido de las latas en un depósito cualquiera de agua, la nafta flota y la nitroglicerina se deposita en el fondo de donde se extrae por medio de un sifón.

PRECAUCIONES QUE DEBEN TOMARSE PARA EL MANEJO DE LA NITROGLICERINA.—Mr. Mowbray en un tratado sobre nitroglicerina, dá los siguientes consejos sobre el manejo de dicha sustancia

1.° Manéjese con extremo cuidado, evitando dar golpes á las cajas de lata que la contienen, y el rozamiento sobre sustancias duras, si alguna de ellas se filtra.

2.° Para derretir la congelada, colóquense las latas

en un cubo de agua, tan caliente como la mano pueda soportar, y téngase cuidado de quitar la lata antes de poner nueva agua caliente.

3.º Para cargar cartuchos y otras operaciones análogas, dispónganse aquellos sobre una artesa cuyo fondo se halle cubierto de yeso, que deberá renovarse de cuando en cuando.

4.º Cuando se almacena nitroglicerina en estado líquido, no deben estar los tapones muy apretados, y sobre el explosivo se colocará cierta cantidad de agua fria, que se cambiará con frecuencia, especialmente en verano; teniendo cuidado de poner un pedazo de vejiga debajo del corcho. Siempre será, no obstante, preferible congelarla, si hubiese hielo á mano.

5.º Úsense embudos de guttapercha para llenar los cartuchos ó barrenos, y cuídese de no atacar nunca estos, porque no es necesario, y puede morir en la operación el obrero que lo intente.

6.º No deben usarse hierros calientes para calentar el agua que se halla sobre la nitroglicerina, ni para soldar las latas que la hayan contenido; pues seguramente darian lugar á una explosión.

7.º No debe intentarse nunca abrir barreno donde se haya derramado nitroglicerina; lo mejor será darle fuego con un buen cebo.

8.º Nunca deberá verterse nitroglicerina en ningún agujero, á menos de estar seguro de que no se filtra y de que puede retener agua: en otro caso, úsese en cartuchos.

9.º Para obtener los mejores resultados con nitroglicerina en obras de voladura de rocas, ábranse barrenos profundos como de seis piés ó más, y úsense espoletas de mixto muy enérgico y alambres bien aislados.

10. Examínese después de la explosión si ha quedado algún cartucho sin arder.

11. No se confiará el manejo y carga de nitroglicerina, sino á personas muy precavidas, y deberá siempre insistirse en tomar toda clase de precauciones para evitar accidentes.

12. Las latas vacías de nitroglicerina no deberán aplicarse á ningún otro uso, y lo mejor será destruirlas por medio de espoletas ó encendiendo una fogata bajo ellas, teniendo cuidado de colocarse á respetable distancia.

13. Se inspeccionarán de cuando en cuando las latas, y se observará si han formado picaduras en el nivel de la nitroglicerina; en este caso, cámbiese á una lata nueva ó tarro de barro, tomando para ello todas las precauciones posibles.

14. En el estado sólido, es completamente inofensiva; por consiguiente, si es posible, debe almacenarse rodeada de hielo.

CUARTA CONFERENCIA.

DINAMITA.

En vista de lo peligroso que es el manejo de la nitroglicerina en el estado líquido, propuso Mr. Nobel privarla de su fluidez, haciéndola absorber por un cuerpo poroso.

Al compuesto obtenido de este modo, se le dá el nombre genérico de *dinamita*; su poder explosivo es igual al del peso de la nitroglicerina absorbida, pero tiene sobre esta la ventaja de que puede resistir choques sin hacer explosión y de que su manejo es mucho ménos peligroso. Su aspecto y su naturaleza, varían con la naturaleza de la materia absorbente y con la proporción de la nitroglicerina absorbida.

Cuando el cuerpo absorbente es una materia inerte, la dinamita se llama *dinamita de base inerte* y *dinamita de*

base activa cuando el absorbente es una sustancia combustible ó explosiva, cuya fuerza se une á la de la nitroglicerina.

Como carga de torpedos, la única que se ha empleado ha sido la de base inerte por lo peligroso que es el manejo de la de base activa.

*Preparación de la dinamita de base inerte.—La preparación de la dinamita es sumamente sencilla. La materia inerte reducida á polvo fino, se estiende sobre una mesa cubierta de plomo y con rebordes de poca altura; se vierte la nitroglicerina poco á poco y se revuelve la masa con espátulas de madera, procurando que adquiera la homogeneidad necesaria y se procede á encartuchar.

El poder absorbente de la materia inerte debe ser lo mayor posible, no solo para que la mezcla posea una gran fuerza explosiva, con poco peso, sino para que no deje escapar la nitroglicerina.

El absorvente que generalmente se emplea, es una tierra silicea que se encuentra con abundancia en ciertos terrenos, especialmente en Hannover, donde se la dá el nombre de kiesselguhr y consiste en un polvo blanco compuesto de restos de animales microscópicos, el cual puede absorber tres veces su peso de nitroglicerina.

Propiedades.—Las propiedades de la dinamita son casi las mismas que las de la nitroglicerina, á escepción de su estabilidad que es mucho mayor. Su densidad es próximamente 1'4. Un calor moderado no la altera y la luz y el calor solar tampoco tienen influencia sobre ella.

Acción del calor y del frio.—El fuego en las condiciones ordinarias no produce la explosión de la dinamita, encerrada en cajas poco resistentes, puede arro-

jarse al fuego sin temor de que haga explosión; las cajas se romperán y la dinamita arderá lentamente, pero si las paredes de las envueltas son resistentes se producirá siempre la explosión; también podrá hacer explosión, si almacenada en grandes cantidades se produce un incendio.

Una elevación rápida de temperatura hasta 180° produce la detonación de la dinamita.

El frio no altera su composición, pero sí su consistencia y aspecto; á los 8° empieza á congelarse y á los 6° lo está completamente. Sus propiedades explosivas son las mismas que si no estuviese congelada, pero para que se manifiesten, se requiere someterla á una acción muy enérgica. Puede provocarse la explosión de la dinamita helada por medio del algodón pólvora seco.

Acción del agua.—El agua separa la nitroglicerina que contiene la dinamita; un cartucho de esta sustancia metido en agua, presenta casi instantáneamente una capa de nitroglicerina debajo, una de sílice saturada de agua en el centro y otra de agua solamente en la parte superior; por esta causa las envueltas de los torpedos que se hayan de cargar con dinamita, deben ser perfectamente estancas.

Acción del choque.—La dinamita si está bién preparada, es decir, si la absorción de la nitroglicerina ha sido perfecta, resiste bastante bien á la acción del choque.

Se ha hecho la experiencia de arrojar á un despeñadero desde una altura de 32 metros un barril de madera con aros de hierro que contenía 10 libras de dinamita y ésta no sufrió alteración alguna.

Para provocar la explosión por el choque, es preciso que este tenga lugar estando la dinamita entre dos superficies metálicas ó entre hierro y piedra.

Los proyectiles de las armas de fuego, disparados sobre una masa de dinamita, producen también su explosión, lo cual es un inconveniente para su empleo en la guerra.

Estabilidad.—No está completamente demostrada la estabilidad de la dinamita, pues diversos accidentes han dado lugar á que se ponga en duda, tanto es así, que en Francia, que antes figuraba entre el número de las sustancias explosivas destinadas para carga de los torpedos, en la actualidad se halla clasificada entre las que solo podrán utilizarse eventualmente.

Modo de provocar la detonación.—Para provocar la detonación de la dinamita, se emplean cápsulas de fulminato de mercurio ó de una mezcla formada de 80 partes de fulminato de mercurio y 20 de clorato de potasio; el objeto de este es facilitar la manipulación del fulminato. Bastan 0'4 gramos de fulminato de mercurio para determinar la detonación de la dinamita al 75 p$^0/_0$; si la cantidad de nitroglicerina es menor del 75 p$^0/_0$, es preciso aumentar la cantidad de fulminato y también á medida que la temperatura es más baja. Cuando está helada, es preciso aumentar considerablemente dicha cantidad de fulminato, pero puede provocarse la detonación empleando como carga iniciadora un cartucho de dinamita sin helar, ó el algodón pólvora seco como hemos dicho.

La inflamación de las espoletas puede producirse por la electricidad ó por medio de mechas; cuando se hace uso de éstas, la materia fulminante se introduce en un tubo de cobre ó latón cerrado por un extremo y se fija echando sobre su superficie algunas gotas de colodión: dispuesto así el tubo se introduce en él el extremo de la mecha; se aplasta su parte superior, para que la muerda

y si se vá á operar debajo del agua se cubre la unión por medio de cera, pez, resina, etc.

La cápsula se introduce en la dinamita, pero no completamente para evitar que la mecha comunique directamente el fuego á aquella, porque entónces arderia sin hacer explosión.

Efectos de la detonación.—La fuerza explosiva de la dinamita es como hemos dicho la correspondiente á la cantidad de nitroglicerina que contiene. La dinamita que suele llamarse *normal*, que es la que contiene el 75 p °/o de la nitroglicerina, tiene una fuerza explosiva 5'5 veces mayor que la de la pólvora ordinaria.

La dinamita es menos rompedora que la nitroglicerina, pero más que el algodón pólvora.

Numerosas experiencias se han hecho con objeto de probar los efectos destructores de la dinamita, entre las cuales citaremos las siguientes practicadas en Carlscrona (Suecia) en 1868. El objeto era investigar los efectos causados por la explosión de un torpedo cargado con dinamita y en contacto con los fondos de un buque.

El blanco era una fragata vieja cuyos fondos se prepararon para que presentasen la misma resistencia que los de los buques blindados modernos de doble fondo y construcción celular.

Se dió fuego á un torpedo cargado con 8'5 k. de dinamita normal, situado en contacto con el doble fondo y á 3 m. de inmersión y su explosión produjo un agujero de 4'88 m.^{2} en la plancha exterior y en la interior una grieta bastante grande.

La explosión de otro torpedo cargado con 15 k. en 2'80 de inmersión y á 1'8 m. de distancia produjo en la plancha exterior un agujero de 4'75 m.^{2} y en la interior otro de 3'42 m.^{2}

Cuando se trate de destruir árboles, perchas de madera ó hierros, pueden ser de utilidad las siguientes fórmulas en las que C representa la carga en kilógramos, *d* el diámetro, *a* la anchura y *b* el espesor en metros

Arboles aislados. . . . . $C=60d^3$
Maderos . . . . . $C=36'5\ ab^2$
Id. inferiores á 20 c|m de escuadria. $C=5\ ab$
Id. entre 30 y 40 c|m de id.. . . . $C=6'6\ ab$
Rotura de hierros. . . . . $C=3315\ ab^2$

La carga debe disponerse en rosario de cartuchos cortos alrededor de una sección recta de la pieza ó puede aplicarse toda en una sola parte, cuya superficie esté bien alisada, pero en este caso, es conveniente colocar sobre la carga una tabla y fijarla con algunos clavos.

Conservación de la dinamita.—Concluida de preparar la dinamita se forman, como hemos dicho, cartuchos cilíndricos y se rodean con papel pergamino, papel de plomo ó cualquier otro que no absorba la nitroglicerina. Los cartuchos atados en paquetes se embalan en cajas que sean poco resistentes, separados unos paquetes de otros por aserrín para amortiguar los choques y para preservarla del frio.

Los almacenes deben ser de construcción ligera y es preciso visitarlos con frecuencia para observar si los papeles de tornasol, que deben colocarse en las cajas, presentan reacción ácida.

En estos almacenes debe haber botellas que contengan una disolución de *potasa cáustica* y siempre que en los envases, en el piso, ó en cualquier parte se vea adherida nitroglicerina, debe lavarse con dicha disolución y enseguida con agua.

Manipulación.—La manipulación de la dinamita debe hacerse en talleres de construcción ligera, bien

ventilados y con una temperatura lo más igual posible y que no sea superior á 30°.

La dinamita no debe nunca deshelarse cerca del fuego ni dejar fulminatos próximos á ella en almacenes ó en los trasportes. Tampoco deben dejarse cartuchos cebados en el interior de una masa de dinamita. El cebo de una carga de dinamita no debe colocarse hasta el último momento y si hay necesidad de descargar un torpedo, es preciso empezar quitando el cartucho cebo; si el torpedo hubiese estado mucho tiempo debajo del agua, es necesario obrar con gran prudencia y en la generalidad de los casos será preferible darle fuego.

DINAMITAS DE BASE ACTIVA.

Las dinamitas de base activa son, como hemos dicho, aquellas en que el absorbente es un cuerpo combustible ó explosivo. Generalmente contienen ménos nitroglicerina que las de base inerte, por lo que, á pesar del carácter del absorbente, su fuerza explosiva suele ser menor que la de aquellas; además su manejo es mucho más peligroso y la única ventaja que tienen, es la de que generalmente son más baratas, lo cual hace que puedan ser de utilidad para algunas aplicaciones, como por ejemplo, la que le dieron los alemanes en su última guerra, que fué para destruir el material de guerra cogido á los franceses.

Hay muchas clases de dinamitas de base activa, á las que sus inventores han dado distintos nombres; como carga de torpedos no sabemos que se emplee ninguna

de ellas, pero sin embargo, indicaremos la composición de las más conocidas.

DINAMITA MARTEL.—Tuvo orígen en la guerra franco-prusiana de 1870 y se compone de un 50 p$^0/_0$ de nitroglicerina y una mezcla de arena y coke pulverizado. Es muy peligrosa en su manejo, por lo cual se ha abandonado en su uso.

LITROFACTOR.—Fué el que emplearon los alemanes para destruir el material de guerra cogido á los franceses. Su composición no se conoce de nn modo exacto, pero según Trauzl es la siguiente:

Nitroglicerina.	52
Kiesselguhr.	30
Carbón.	12
Nitrato de sódio. . . .	4
Azufre.	2
	100

Según algunos experimentos, parece que tiene la propiedad de exudar con facilidad la nitroglicerina.

DUALINA.—Tiene el aspecto de una pólvora amarilla y propiedades parecidas á las de la dinamita sílicea, resiste mejor que esta el frio y los choques, pero es muy higrométrica; su composición es la siguiente:

Nitroglicerina.	50
Aserrin fino.	30
Salitre.	20
	100

Se inflama á una temperatura muy baja y es peligrosa en su manejo.

DINAMITA ABEL ó GLIOXILINA.—Es un compuesto de algodón pólvora y nitroglicerina y se prepara mez-

clando el algodón pólvora en pasta con un 38 p.º de salitre y saturando la mezcla con nitroglicerina de la que absorbe próximamente su peso. Después se le dá un barniz para evitar el contacto del aire y el que exude la nitroglicerina.

Según su inventor, esta sustancia puede manejarse, como la pólvora ordinaria.

Su fuerza explosiva es mayor que la de la dinamita, pero es más cara que aquella.

PÓLVORA DE MICA.—Esta sustancia explosiva se diferencia de las que se han mencionado, en que la materia inerte no obra como absorbente, sino que la nitroglicerina se adhiere á la superficie de pequeñas láminas de mica sin penetrar en sus poros.

Se compone de 52 p.º de nitroglicerina mezclada con la mica reducida á láminas muy finas.

La pólvora de mica, segun su inventor, no dá lugar á pérdida de la fuerza explosiva de la nitroglicerina y así parecen haberlo comprobado algunas experiencias.

Se prepara en cartuchos que cuando están á temperatura conveniente para hacer explosión, deben ceder á la presión de los dedos y de no ser así será señal de que se halla helada, en cuyo caso no hace explosión sino que arde de un modo imperfecto.

GELATINA EXPLOSIVA DE GUERRA.—Se compone de 4 p.º de alcanfor y 96 p.º de gelatina explosiva, y esta última se compone á su vez de 90 p.º de nitroglicerina y 10 p.º de un algodón pólvora especial que se disuelve completamente en la nitroglicerina.

Tiene un aspecto gelatinoso, es elástica y de la consistencia de la carne de membrillo. Su densidad es 1'6 y puede deformarse, cortarse con un cuchillo y someterse á grandes presiones sin que desprenda nitroglice-

rina. A la temperatura de 50° ó 60° se reblandece algo pero no exuda nitroglicerina.

Si se enciende al aire libre arde de un modo análogo á la dinamita ó al algodón pólvora, pero por falta de experiencias no se sabe si estando almacenada en grandes cantidades ó encerrada en cajas resistentes hará explosión al arder.

La temperatura de explosión es tan elevada, que, en las experiencias que se hicieron para determinarla, en Austria, no fué posible medirla con los aparatos de que disponían, pero se vió que á la temperatura de inflamación de la pólvora (300°) no hacía explosion.

Sumergida en el agua, se cubre su superficie de una capa blanca que penetra hasta cierta profundidad del interior de la masa, dependiente del tiempo que se tenga en el agua, pero expuesta de nuevo al aire recobra su primitivo aspecto: la nitroglicerina no se separa y no sufre alteración sensible en su fuerza explosiva.

Se congela con mucha más dificultad que la dinamita y cuando está helada pierde su elasticidad y se convierte en una sustancia parecida al azúcar cande; en este estado es mucho más sensible á los choques.

Segun las experiencias citadas, los proyectiles de las armas portátiles disparados á corta distancia, no producen ni aun su inflamacion, no estando congelada, pero en este estado pueden producirla.

Para provocar la detonación se emplean cartuchos que contienen 20 gramos de un cebo compuesto de 60 partes de nitroglicerina y 40 de un algodón pólvora especial, los cuales á su vez detonan por la acción de 1 gramo de fulminato de mercurio.

La fuerza explosiva de esta sustancia es un 25 p °|° mayor que la de la dinamita normal á igualdad de peso,

y como la densidad de la dinamita es 1'4 y la de la gelatina 1'6, resulta un 40 p °|° más enérgica la segunda que la primera á igualdad de volúmen.

A pesar de las buenas condiciones que reune esta sustancia para emplearla en el servicio de torpedos, su uso no se ha estendido por las dificultades de una fabricación regular y por no obtenerse en todos los casos la detonación aun empleando los cebos mencionados; para conseguir esto último es preciso hacerla más sensible aumentando la dósis de nitroglicerina y disminuyendo la de algodón pólvora y la de alcanfor, pero entonces la sustancia que se obtiene es muy sensible al choque y al tiro á pequeñas distancias.

En las experiencias verificadas recientemente por el profesor de la Escuela de Torpedos D. Luis Ripoll con una gelatina compuesta de 91 de nitroglicerina, 6 de algodón pólvora y 3 de alcanfor, la caida de un peso de 25 kilógramos sobre una superficie de 25 c|m cuadrados desde una altura de 0 m 3 provocaba siempre la explosión, mientras que con el algodón pólvora seco la detonación no se producia hasta que la altura era de 1 metro.

El choque del proyectil del fusil reglamentario á 25 metros de distancia, siempre que fué normal, produjo la detonación, lo cual no sucede con el algodón pólvora-húmedo.

También hay algunos antecedentes de que después de algún tiempo de la fabricación y sobre todo si la sustancia se ha congelado y vuelto á su estado normal, la nitroglicerina queda libre y por último se ha observado que la exposición al sol aumenta su sensibilidad.

FULMINATO DE MERCURIO.

El fulminato de mercurio se forma por la acción del *nitrato de mercurio* y del ácido nítrico sobre el alcohol.

El modo de prepararlo es el siguiente:

Se disuelve una parte de mercurio en doce de ácido nítrico y á esta disolución se le agregan doce partes de alcohol. Se pone al baño de maría y se mantiene en él hasta que se oscurece, se enturbia y empiezan á salir vapores blancos y entonces se saca del baño.

La reacción continúa con fuerte efervescencia y continúan también desprendiéndose vapores blancos; si aparecen vapores rojos se le agrega alcohol frio para disminuir la violencia de la reacción.

La operación debe hacerse bajo la campana de una chimenea.

Cuando el líquido deja de estar turbio y desaparecen los vapores, se llena el vaso de agua fria. El fulminato cristalizado se precipita en el fondo, se vacía el líquido y se lava bien el fulminato sobre un filtro. El fulminato seco tiene un color moreno y hace explosión violenta cuando se calienta hasta 180°. Estando húmedo no hace explosión. En las cápsulas ordinarias se emplea mezclándolo con nitrato de potasio.

RESÚMEN DEL ESTUDIO DE LAS MATERIAS EXPLOSIVAS.

Para que una sustancia explosiva pueda considerarse apropósito para el servicio de torpedos, es preciso que

satisfaga en mayor ó menor grado á las condiciones siguientes:

1.ª Gran fuerza explosiva, en la forma rompedora, tanto por unidad de peso como por unidad de volúmen.

2.ª Seguridad en su manejo.

3.ª Que sea poco sensible al tiro de las armas portátiles.

4.ª Que sea, en lo posible, insensible á la acción de las llamas, chispas, etc. y que no haga explosión aunque se inflame en grandes cantidades.

5.ª Que sea estable.

6.ª Que pueda resistir la acción del agua.

7.ª Que pueda obtenerse fácilmente en el país y sin gran coste para el gobierno.

De todas las sustancias explosivas que hemos dado á conocer, únicamente tienen aplicación práctica en el servicio de torpedos el algodón pólvora, la dinamita y la pólvora ordinaria, y entre estas la que reune mejores condiciones es el algodón pólvora, por lo que su uso se ha generalizado y en la actualidad casi todas las naciones lo emplean para este servicio, con exclusión de las otras dos que solo se emplean eventualmente.

SEGUNDA PARTE.

ELECTRICIDAD.

ELECTRICIDAD.

PRIMERA CONFERENCIA.

IDEAS GENERALES.

1. Electricidad estática.—Cuando se frotan ciertos cuerpos, tales como el vidrio, la resina, el azufre, la ebonita, etc., con un pedazo de paño ó lana, adquieren la propiedad de atraer los cuerpecillos ligeros, como las barbas de pluma y los pedacitos de papel.

Se llama *electricidad*, la causa que dá esta propiedad á los cuerpos, y su existencia es conocida desde muy antiguo.

2. Diferentes medios para producir la electricidad.—Se conocen diferentes medios para producir la electricidad; los principales son: el frotamiento, las acciones químicas, los cambios de temperatura y la *inducción* (21). La naturaleza de la electricidad producida por

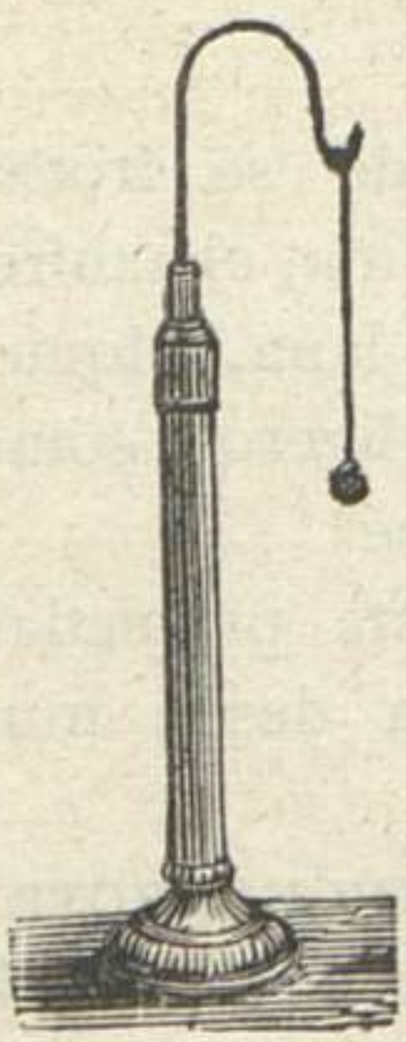
cualquiera de ellos, es siempre la misma, pero la que se obtiene por el frotamiento se diferencia en sus manifestaciones de la producida por cualquiera de los otros medios y esto ha dado lugar á que se consideren dos clases de electricidad.

3. Electricidad estática, electricidad dinámica.—Se llama electricidad *estática*, á la que desarrollada principalmente por el frotamiento, se mantiene en reposo en la superficie de los cuerpos en estado de tensión y se manifiesta por medio de atracciones y repulsiones.

Electricidad *dinámica* ó en movimiento, es la que originada principalmente por medio de la *inducción* y las acciones químicas atraviesa los cuerpos en forma de corriente con una velocidad comparable á la de la luz.

4. Péndulo eléctrico.—Se llama así un instrumento cuyo objeto es dar á conocer si un cuerpo está ó no electrizado. Consiste, fig. 1, en una esferilla de médula de saúco sostenida por medio de una hebra de seda en un soporte con pié de vidrio.

F. 1



5. Electricidad vítrea, electricidad resinosa.—Si se presenta al péndulo eléctrico una barra de lacre frotada con un pedazo de paño, se observa primero una atracción, y una repulsión luego que la esferilla toca á la barra. El mismo fenómeno se produce si se sustituye la barra de lacre por una de cristal, lo cual parece indicar que la electricidad desarrollada sobre ambos cuerpos es la misma, pero si á la esferilla que ha sido rechazada por la barra de lacre se le aproxima la de cristal,

se verá que es atraida, y si se hace la experiencia inversa presentando primero la barra de cristal y la de lacre, en cuanto aquella toque á la esfera, se verá igualmente que la esferilla rechazada por la primera, es atraida por la segunda.

El lacre y el vidrio electrizados, producen pues, dos efectos contrarios sobre la esfera de saúco, por lo que se ha admitido la existencia de dos especies de electricidad dotadas de propiedades distintas, una desarrollada sobre el vidrio y otra sobre lacre y se ha dado el nombre de electricidad *vítrea* ó *positiva* á la primera y el de electricidad *resinosa* ó *negativa* á la segunda.

6. Teoría de Symmer.—Se han ideado diversas teorías con objeto de dar alguna explicación satisfactoria de los fenómenos eléctricos y de la causa que los produce, pero aún no se conoce de una manera cierta cual es la naturaleza íntima de la electricidad. En la teoría de Symmer, que es la que aún domina en la enseñanza, se admite la existencia de dos fluidos distintos llamados *vítreo* ó *positivo* el uno, y *resinoso* ó *negativo* el otro, dotados ambos de la propiedad de repeler á sus propias partículas y de atraer á las del contrario.

Al combinarse los dos fluidos se anulan sus propiedades respectivas, y se forma un tercer fluido llamado *neutro*, el cual se supone que existe en todos los cuerpos cuando están en su estado ordinario; pero si por una causa cualquiera se separa uno del otro, el cuerpo aparecerá entonces electrizado.

Con esta teoría se pueden explicar la mayor parte de los fenómenos eléctricos; pero no pasa de ser un artificio, pues nada hay que demuestre que en realidad existan tales fluidos.

7. Teoría moderna de la electricidad.—Según

esta teoría, la electricidad es debida á una sustancia sumamente sutil y elástica llamada *éter*, que no solo llena los poros de todos los cuerpos, sino que los penetra y ocupa todos los espacios vacíos.

Supone además, que todos los cuerpos tienen, un régimen etéreo especial, y que así como las vibraciones del éter son la causa de los fenómenos luminosos, su acumulación ó su rarefacción, dá orígen á los fenómenos eléctricos. En esta teoría los dos estados eléctricos corresponden á exceso ó deficiencia de éter y se dice que un cuerpo está electrizado positivamente cuando tiene más éter del que debe tener y que lo está negativamente cuando tiene menos.

Esta teoría parece ser la que más se aproxima á la verdad y tiene en su apoyo la opinión de gran número de sábios y el estar en armonía con el espíritu moderno de las ciencias; pero como nuestro objeto no es el investigar la verdadera causa de los fenómenos eléctricos, trataremos solo de dar una explicación sencilla de ellos, con objeto de poder retenerlos en la memoria, sin fijarnos en teoría alguna determinada.

8. Modo de averiguar la clase de electricidad de que está cargado un cuerpo.—Se ha observado *que dos cuerpos cargados con electricidad del mismo signo se repelen y que se atraen cuando están cargados con electricidad de signo contrario*; por consiguiente, para averiguar la clase de electricidad de que está cargado un cuerpo no habrá más que tocar la esferilla de médula de sauco del péndulo eléctrico con un cuerpo que esté cargado con electricidad de signo conocido; si lo tocamos por ejemplo con una barra de lacre, frotada de antemano, la esferilla se cargará de electricidad negativa y será repelida cuando se le aproxime un cuerpo cargado de electricidad de la

misma clase y atraida si la electricidad del cuerpo es positiva.

9. Ley de las atracciones y repulsiones. — Con el péndulo eléctrico se observa también que las atracciones son más intensas cuanto menor es la distancia y mayor la carga de electricidad y por medio de un aparato, ideado por el físico Coulomb, llamado *balanza de torsión*, se demuestra *que las atracciones y repulsiones de los cuerpos electrizados, son proporcionales á la cantidad de electricidad* (15) *que contienen y están en razón inversa del cuadrado de la distancia que los separa*; es decir, que representando por f la fuerza con que se atraen dos cuerpos electrizados, por Q y Q′ las cantidades de electricidad que contienen y por D la distancia qne los separa, dicha fuerza será

$$f = \frac{Q\,Q'}{D^2}$$

10. Cuerpos buenos conductores, cuerpos malos conductores.—Existen muchos cuerpos que permiten que la electricidad desarrollada sobre cualquiera de sus puntos, se comunique fácilmente á todos los demás, miéntras que hay otros que impiden que esto suceda; los primeros se llaman *conductores* y los segundos *aisladores*, y estos últimos se emplean como piés ó soportes cuando se quiere conservar electrizado un cuerpo buen conductor.

11. Depósito común.—El obrar así es indispensable porque, estando formada la tierra de materias que conducen relativamente bien la electricidad, en el momento que comunique con ella cualquier cuerpo electrizado buen conductor, la electricidad pasará á la tierra, que por eso se llama *depósito común*.

El mejor conductor que se conoce es la plata y el mejor aislador el aire seco.

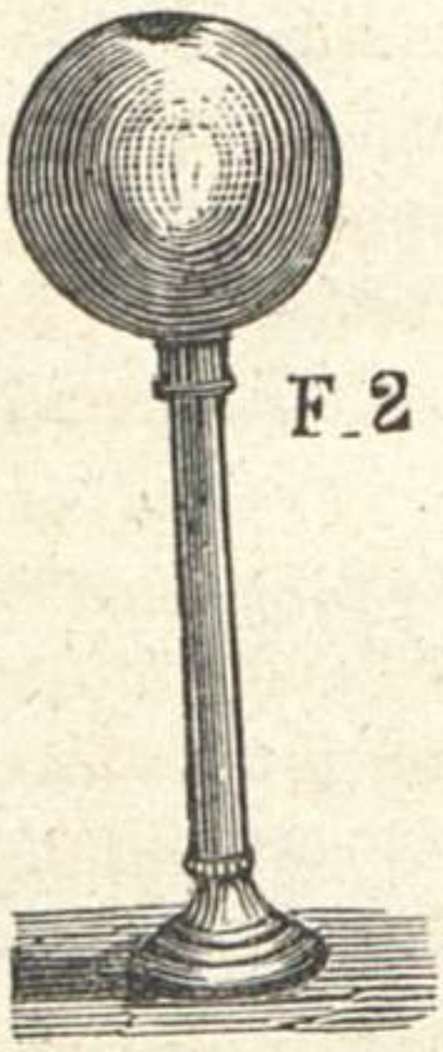
Hay otras muchas sustancias cuyo poder conductor está comprendido entre las dos citadas, y no es posible distinguir de un modo preciso los cuerpos conductores de los aisladores; sin embargo, en la práctica pueden considerarse como buenos conductores todos los metales en general y como aisladores el aire seco, la ebonita, la goma laca, la gutta-percha, la resina, el azufre, el cristal, la seda, la madera seca, etc.

12. MODO DE ELECTRIZAR POR FROTAMIENTO UN CUERPO BUEN CONDUCTOR.—Si se tiene cogido con la mano un cuerpo buen conductor, no se consigue electrizarlo por mucho que se frote, lo que se comprende fácilmente porque siendo el cuerpo humano también buen conductor, la electricidad pasa á la tierra á través de él á medida que se vá desarrollando; para comprobarlo no hay más que coger el cuerpo conductor que se trata de electrizar por medio de un mango aislador y frotándolo, se verá que se electriza, demostrándose así que todos los cuerpos pueden electrizarse por frotamiento si se encuentran en circunstancias convenientes.

13. NO PUEDE DESARROLLARSE UNA CLASE DE ELECTRICIDAD SIN DESARROLLAR IGUAL CANTIDAD DE LA DE SIGNO CONTRARIO.—Esta es una consecuencia tanto de la teoría de Symmer como de la moderna y esperimentalmente es fácil demostrar que así sucede.

14. LA ELECTRICIDAD ESTÁTICA SOLO SE MANIFIESTA EN LA SUPERFICIE ESTERIOR DE LOS CUERPOS CONDUCTORES.—Prácticamente puede demostrarse por numerosos y sencillos experimentos, de los cuales citaremos el siguiente: tómese una esfera metálica hueca, figura 2, sostenida por un pié de cristal y que tenga practicado un orificio en la parte superior. Si la esfera

se electriza por un medio cualquiera y se toca su superficie con un *plano de prueba* se verá que está electrizada, pero si en vez de tocar la superficie se toca por medio del mismo plano la parte interior, no se manifestará signo alguno de electricidad.



F. 2

El plano de prueba consiste en un pequeño disco de oropel fijo al extremo de una varilla aisladora, fig. 3, el cual permite reconocer la electrización de un cuerpo, pues aplicando el disco á sus distintos puntos, forma parte del mismo durante el contacto, y al separarlo, se lleva la carga correspondiente al punto de contacto la cual luego puede medirse por sus efectos sobre el péndulo ó por otros medios.

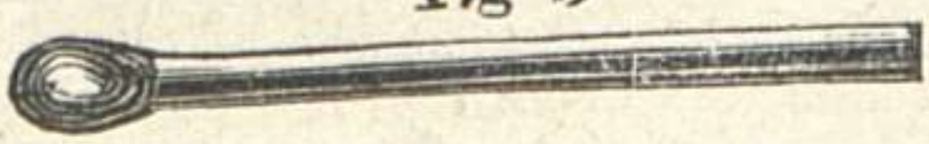


Fig 3

SEGUNDA CONFERENCIA.

CANTIDAD.—DENSIDAD.—TENSIÓN.—PODER DE LAS PUNTAS.—IDEA DEL POTENCIAL.

15. La palabra *cantidad*, que hemos usado várias veces aplicada á la electricidad, parece á primera vista impropia, puesto que la electricidad no es una entidad real, sino un accidente de la materia, pero como al fin se manifiesta por efectos susceptibles de medida, conviene emplearla lo mismo que empleamos las expresiones poca ó mucha luz, y poco ó mucho ruido, sin que por esto tratemos de expresar que la luz ó el ruido existan por sí.

Por lo tanto, si se observa un aumento en la fuerza ejercida entre dos cuerpos situados á una distancia constante y separados por el aire, se dice que es debido á un aumento en la cantidad de electricidad.

Si un cuerpo conductor, cargado con una cantidad dada de electricidad, se pone en contacto con otro idén-

tico que se halle en el estado néutro, la electricidad del primero se repartirá entre ambos y si sus superficies son iguales, cada uno quedará cargado con la mitad de la cantidad de electricidad que contenía el primero.

Si se unen dos cuerpos conductores cargados cada uno con una cantidad dada de electricidad, el cuerpo único que resulte quedará cargado con la suma de las dos cantidades.

Por último, si dos cuerpos cargados con cantidades iguales de electricidad, pero de signo contrario, se ponen en contacto, ambos quedarán en el estado néutro.

Todos estos hechos y otros que pudieran citarse, justifican el empleo de la palabra cantidad.

16. Densidad eléctrica.—La electricidad se manifiesta, como hemos dicho, en la superficie de los cuerpos donde queda detenida por el aire ó la materia aisladora de que se hallen rodeados, formando una capa de un espesor sumamente pequeño menor que cualquier cantidad apreciable.

Si el conductor que se considera es una esfera en la que todo es simétrico alrededor de su centro, y está lejos de todo conductor, dicha capa es uniforme, pero cuando la forma es irregular, la carga es mayor en los puntos de mayor curvatura, como puede probarse experimentalmente por medio del plano de prueba.

Si consideramos varias cantidades iguales de electricidad distribuida sobre conductores de diferentes dimensiones, es claro que á igualdad de cantidad, el espesor de las capas de electricidad será tanto menor, cuanto mayor sea la superficie y la relación que existe entre la carga acumulada en una superficie pequeña y la extensión de esta misma superficie se llama *densidad eléctrica*.

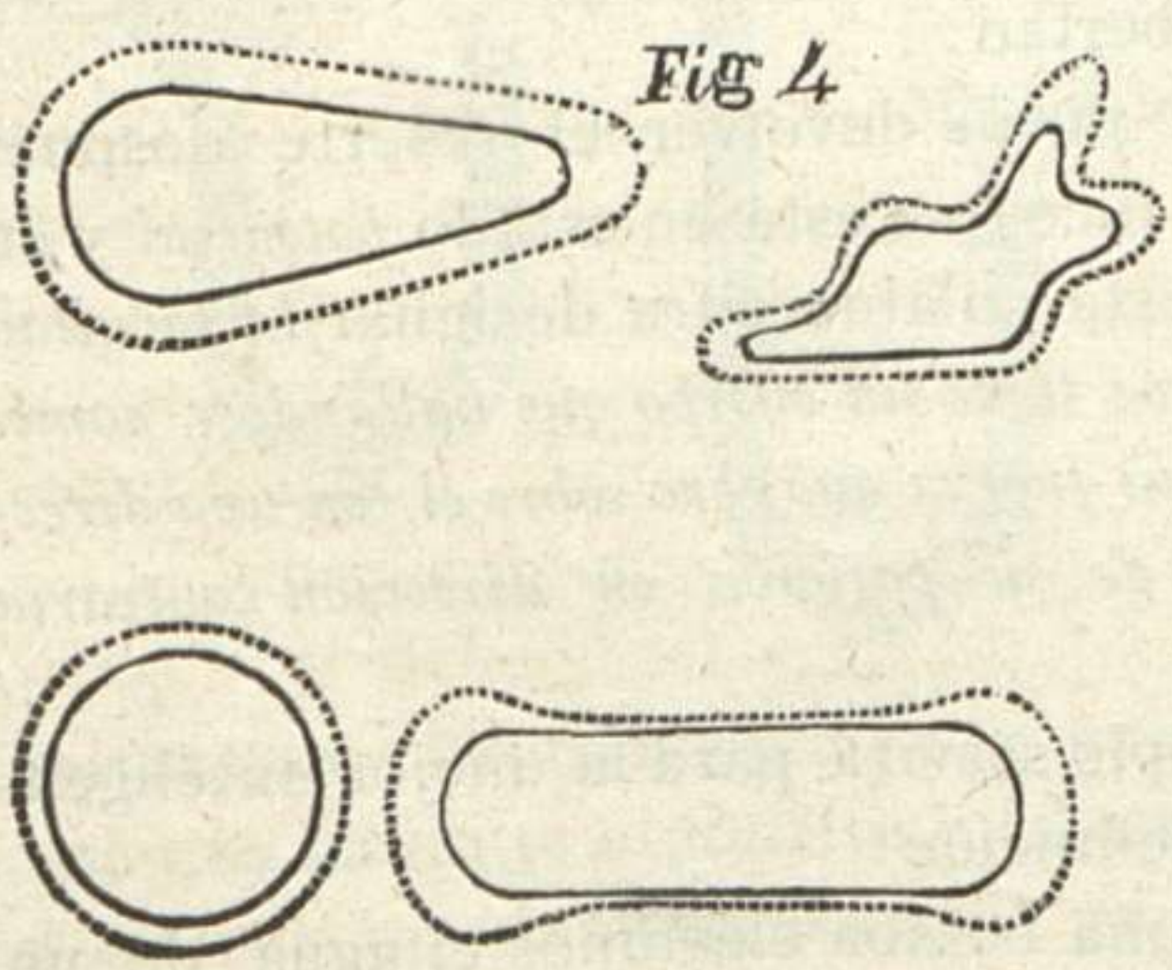
Gráficamente se representa la distribución de la elec-

tricidad en los cuerpos levantado en los distintos puntos de la superficie perpendiculares de longitud proporcional á la densidad.

17. Tensión.—Se dá el nombre de *tensión* á la fuerza que el fluido eléctrico ejerce, sobre la superficie de los cuerpos para abandonarlos. Algunos autores aplican indistintamente los nombres de tensión ó de *potencial* á esta propiedad de la electricidad y aun cuando para el objeto de estos apuntes parece á primera vista qne sería indiferente emplear cualquiera de ellos, adoptaremos el de tensión y daremos una ligera idea del potencial para poder usar en lo sucesivo esta palabra.

De las definiciones que se han dado de la densidad y de la tensión, se deduce que esta no es más que una consecuencia de la primera y que será por consiguiente tanto mayor, cuanto mayor sea la densidad.

18. Poder de las puntas.—La distribución de la electricidad en la superficie de los cuerpos depende, como se ha dicho al tratar de la densidad, de su forma. Si esta es irregular, la densidad será tanto mayor cuanto mayor sea la curvatura, como indica la fig. 4; y si esta aumenta hasta convertirse en punta, la densidad y por consiguiente la tensión en ella será tan grande que vencerá la resistencia del aire y el cuerpo se descargará por aquel sitio.



Esta propiedad ha recibido numerosas aplicaciones y es tambien causa de que no puedan electrizarse los cuerpos conductores, terminados en punta, por lo que es preciso que tengan formas redondeadas todos los aparatos destinados para contener una carga de electricidad.

19. Idea del potencial.—Todo cuerpo electrizado tiende á volver á su estado natural, del mismo modo que un resorte comprimido tiende á estirarse.

Para comprimir el resorte es preciso emplear cierto trabajo el cual no se anula, sino que se manifiesta íntegro, prescindiendo de los rozamientos, al recobrar el resorte su forma primera.

Si despues de comprimido, lo mantenemos en esta posición por medio de un tope, puede decirse que tenemos de este modo almacenada cierta cantidad de energía igual á la que hemos empleado para comprimirlo, la cual podremos utilizar con solo separar el tope y dejar el resorte en libertad.

Esta energía que puede devolver el resorte después de comprimido, se dice que está en estado *potencial* y en general se aplica esta palabra para designar *la facultad de efectuar trabajo que tiene un cuerpo que hallándose sometido á la acción de una fuerza que obre sobre él en una dirección fija, se le separa de su posición en dirección contraria á la de dicha fuerza*.

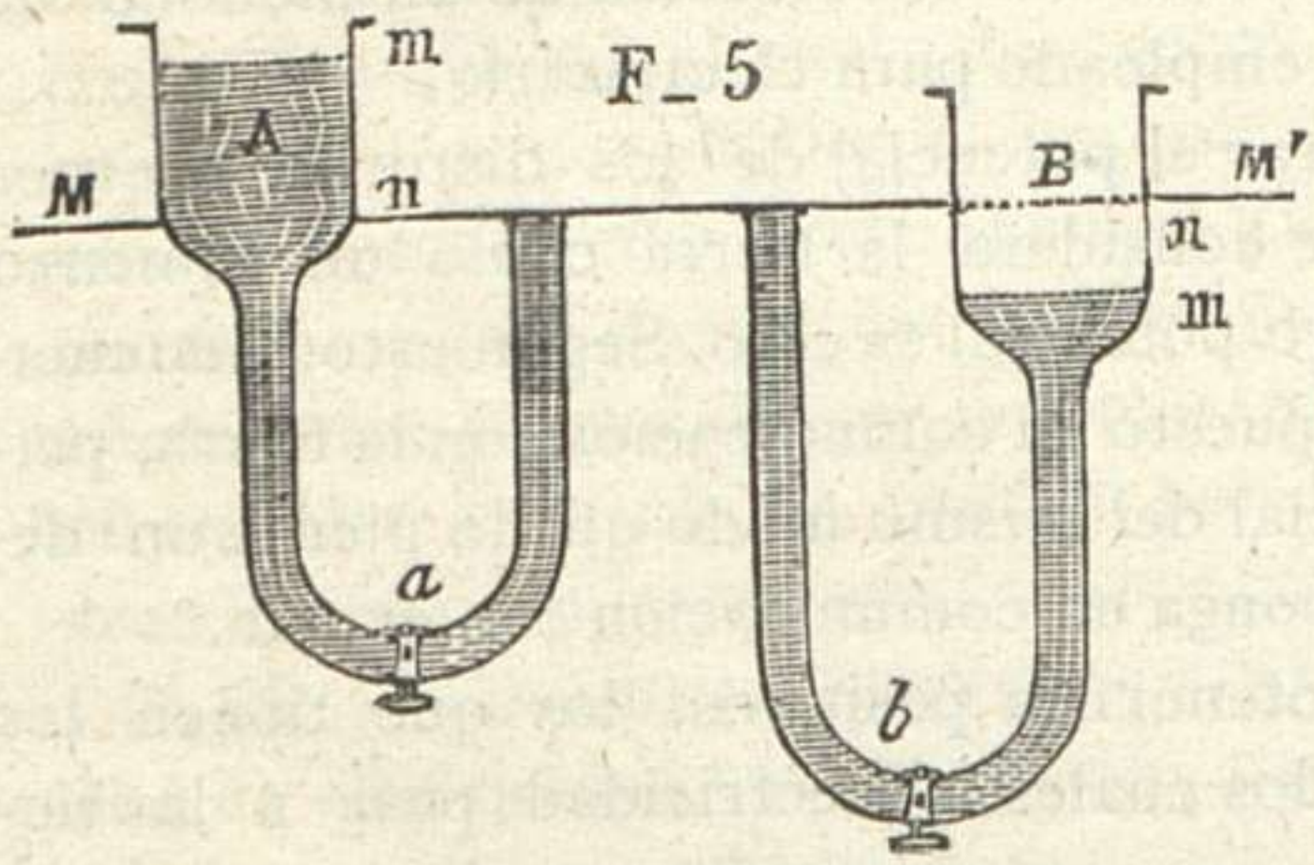
El siguiente ejemplo servirá para la mejor inteligencia de la anterior definición.

Si por medio de una bomba elevamos el agua de un pozo á un depósito superior, habremos ejecutado un trabajo, el cual tendremos en estado potencial en el depósito y podremos utilizarlo cuando nos acomode; en este caso un cuerpo (la masa de agua) solicitado por una

fuerza (la gravedad) y que obra sobre él en una dirección fija (la vertical), lo hemos separado de su posición en dirección contraria á la de dicha fuerza.

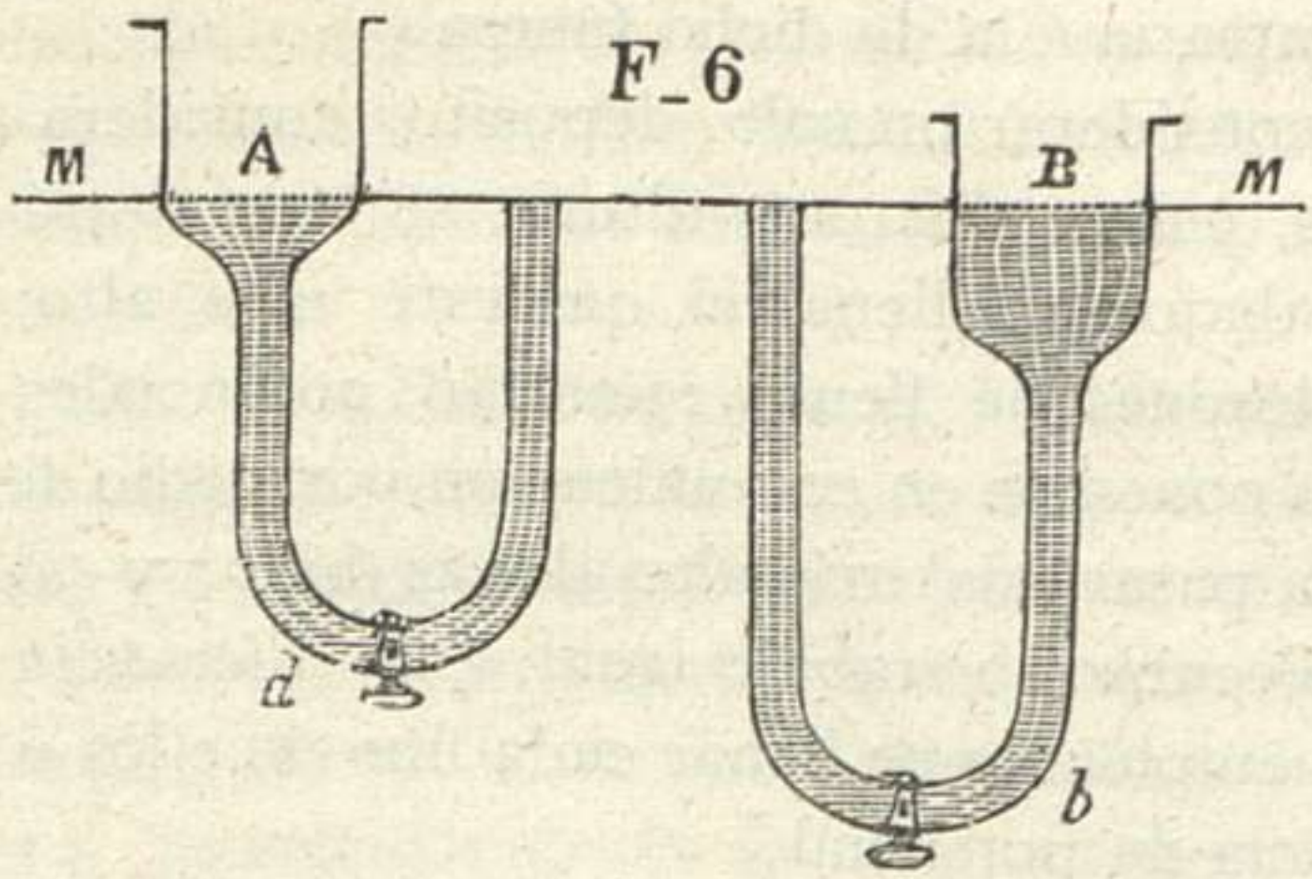
Si en vez de considerar un solo depósito, consideramos dos iguales, pero á diferente altura, se necesitará emplear más trabajo para llenar el que esté más alto; de modo, que despues de llenos, tendrán potenciales distintos y si los ponemos en comunicación por medio de un tubo, el agua pasará del más alto al más bajo, y al hacerlo podrá ejecutar un trabajo igual, á la diferencia de los trabajos empleados en llenar cada uno de ellos ó sea á su diferencia de potencial.

Al tratar de las alturas para compararlas entre sí, es preciso establecer un plano de comparación que generalmente es el nivel del mar y se consideran como positivas las de los objetos situados sobre él y como negativas ó depresiones las de los que están por debajo.



Consideremos dos depósitos A y B dispuestos como indica la figura 5, el primero lleno de agua hasta una altura *m n* positiva, por estar sobre la del nivel del mar que está representada por MM', y el segundo con altura *n m* negativa, por estar debajo de este; si los ponemos en comunicación con el mar por medio de los tubos *a* y *b*, el agua del primer depósito pasará al mar, miéntras que el segundo recibirá agua de

este hasta que la altura de ambos sea cero, ó lo que es lo mismo, hasta que su nivel sea igual al del mar, figura 6.



Tratándose de la electricidad sucede algo semejante. Para electrizar un cuerpo necesitamos efectuar un trabajo, sea el que fuere, y este se manifiesta en el cuerpo electrizado en estado potencial por la tendencia que tiene de volver al que antes tenia, y al efectuarlo devolverá de un modo ó de otro el trabajo empleado para electrizarlo.

Para comparar el potencial de los distintos cuerpos electrizados, se considera la tierra como un inmenso conductor, cuyo potencial es cero. Según esto, todo cuerpo electrizado puesto en comunicación con la tierra, perderá su potencial del mismo modo que lo pierde un depósito que se ponga en comunicación con el mar.

Se llaman potenciales positivos, los que tienen los cuerpos desde los cuales la electricidad pasa á la tierra al ponerlos en comunicación con ella y negativos en el caso contrario, lo mismo que se consideran como positivas las alturas de los depósitos en los que el agua pasa al mar al establecer la comunicación entre ambos y negativas cuando sucede lo contrario.

Según lo establecido, todos los puntos de un cuerpo conductor electrizado y aislado deben tener el mismo potencial, porque de lo contrario, se produciría una re-

distribución de la electricidad hasta que así sucediese.

El potencial de un cuerpo conductor electrizado, que se halle aislado en el espacio depende únicamente de su carga y como el potencial de un cuerpo conductor es siempre igual en todos sus puntos, bastará conocer el de cualquiera de ellos.

En la conferencia que sigue, veremos al tratar de la inducción que un cuerpo conductor puede estar cargado de electricidad positiva en un extremo, electricidad negativa en otro y no tener ninguna en su centro; en este caso, la tensión es distinta en los diversos puntos, y sin embargo, al ponerlo en comunicación con la tierra, habrá un cambio de electricidad entre la tierra y el cuerpo, cuya dirección dependerá del potencial de este, pero dicho cámbio tendrá siempre lugar del mismo modo, cualquiera que sea el punto del cuerpo que se ponga en comunicación con la tierra, porque su potencial es el mismo en todos ellos. Este ejemplo y algunos otros que podrian citarse, ponen de manifiesto la diferencia que existe entre la tensión y el potencial y la conveniencia de emplear esta última palabra por elementales que sean los conocimientos que se expongan.

* **20.** Capacidad electro-estática.—La cantidad de electricidad con que puede cargarse un cuerpo conductor es proporcional al potencial. Si consideramos un cuerpo electrizado que contenga una cantidad de electricidad representada por Q y á un potencial V, no será posible aumentar el potencial sin aumentar la cantidad, y esta tiene qne disminuir si se quiere que aquel disminuya, de modo que el cociente $\frac{Q}{V}$ es una cantidad constante y es lo que se llama capacidad

electro estática; representándola por la letra S que es la que generalmente se emplea, tendremos $S=\frac{Q}{V}$ ó $Q=S\ V$; y si hacemos $V = 1$, resultará $Q = S$; es decir, que la capacidad de un conductor es igual á la cantidad de electricidad que puede recibir cuando el potencial es igual á 1.

TERCERA CONFERENCIA.

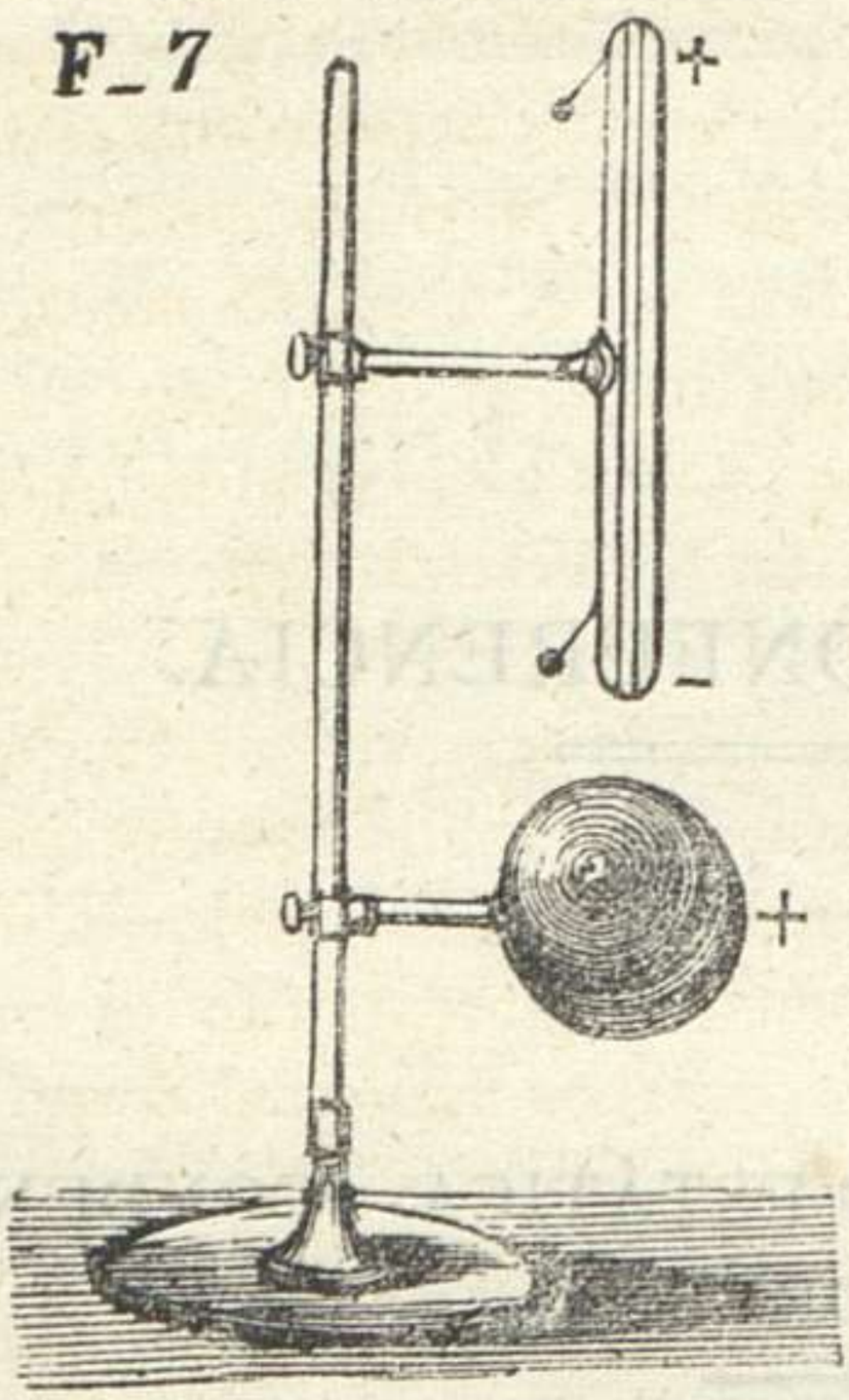
INDUCCIÓN ELECTRO-ESTÁTICA. CONDENSADORES.

21. Todo cuerpo electrizado ejerce cierta influencia sobre los demás cuerpos que le rodean, que es tanto mayor, cuanto mayor es su carga y menor la distancia á que se encuentra de ellos. Si estos son conductores y están electrizados también, la distribución de su carga varía y si no lo están, descompone su fluido neutro, atrayendo el de signo contrario al suyo á la parte más próxima y rechazando el del mismo signo á la más distante.

Para probar experimentalmente esta propiedad de la electricidad, puede emplearse el aparato representado

en la fig. 7, que consiste en una varilla metálica sostenida por un pié de madera; á lo largo de dicha varilla pueden correr una esfera y un cilindro metálicos, aislados de ella por medio de soportes de vidrio.

F_7



Si la esfera se carga de electricidad positiva, por ejemplo, y se vá aproximando al cilindro, se verá que los péndulos colocados en la extremidades de este divergen, mientras que los situados en la parte media se mantienen en su posición vertical.

Si se frota una barra de vidrio y se aproxima al péndulo inferior, se observará una atracción y una repulsión al acercarla al péndulo de arriba, lo cual prueba que la parte inferior se halla electrizada negativamente y positivamente la parte superior.

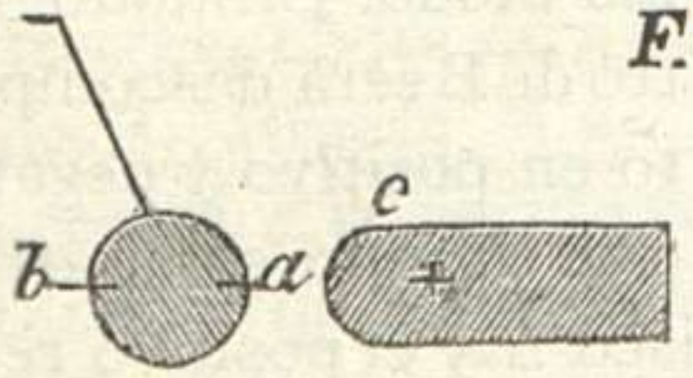
Este fenómeno se llama *electrización por inducción*.

* **22.** Su explicación es la siguiente: la electricidad positiva de la esfera, obra sobre los dos fluidos combinados del cilindro y á causa de la diferente acción que sobre ellos ejerce, los descompone en positivo y negativo; este último es atraido por el positivo de la esfera, mientras que el primero es rechazado.

Si la esfera se separa, deja de existir la causa que mantenia separados ambos fluidos, los cuales vuelven á combinarse y el cilindro queda otra vez en estado neútro.

Para conservar el cilindro cargado de electricidad, no hay más que tocarle con el dedo en un punto cualquiera cuando se halle en presencia de la esfera electrizada, con lo cual el fluido positivo pasará á la tierra mientras que el negativo quedará atraido por el de signo contrario de la esfera, y si esta se separa luego dejará de estar atraido en el extremo próximo á ella y se extenderá por todo el cilindro, el cual quedará electrizado negativamente.

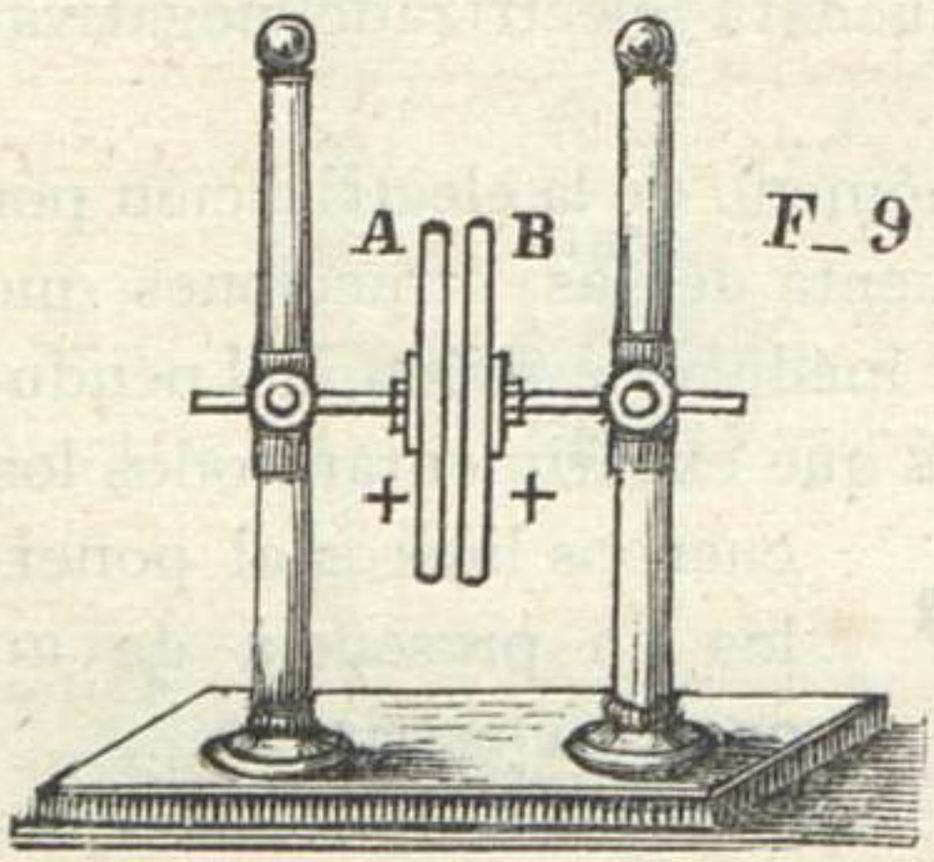
* **23.** Conocido el fenómeno de la electrización por inducción, es fácil darse cuenta de las atracciones que experimenta la esferilla de médula de saúco, del péndulo eléctrico y en general las que experimentan todos los cuerpos ligeros al ponerlos en presencia de un cuerpo electrizado.



Sea *a b*, fig. 8, la esferilla del péndulo y *c* un cuerpo electrizado positivamente. Bajo la influencia de la electricidad positiva de este, se descompone el fluido néutro de la esfera, siendo atraido el negativo á la parte más próxima *a* y repelido el positivo á *b*. Entre el fluido positivo del cuerpo *c* y el negativo de la esfera acumulado en *a* habrá nna atracción, y una repulsión entre el primero y el positivo de la esfera acumulado en *b*; ambos efectos serán iguales con relación á la cantidad de electricidad, pero como hemos dicho (9) que las atracciones y repulsiones eléctricas no solo dependen de la cantidad de electricidad, sino que están en razon inversa del cuadrado de la distancia y la que hay entre *a* y *c* es menor que la que media entre *b* y *c*, vencerá la atracción á la repulsion y la esferilla se precipitará sobre el cuerpo.

En el momento que tenga lugar el contacto, el fluido negativo acumulado en *a* se combinará con una cantidad igual del positivo que el cuerpo contiene, la esferilla quedará electrizada positivamente y habrá una repulsión entre ella y el cuerpo.

* **24.** Condensadores.—Si en vez de considerar, como en el experimento anterior, la esfera y el cilindro, consideramos dos discos metálicos aislados A y B, fig. 9, y uno de ellos A electrizado positivamente, el fenómeno de inducción tendrá lugar del mismo modo. El fluido neutro de B será descompuesto en positivo y negativo; este último será atraido por el de signo contrario del disco A y el positivo rechazado á la cara opuesta. Si estando B bajo la influencia de A lo tocamos con el dedo, pasará á tierra toda la electricidad positiva descompuesta por la acción A, pero B quedará con mayor carga negativa de la que antes tenía.



F_9

Si después de poner cualquiera de ellos en comunicación con la tierra, estando el otro aislado, se le presenta el péndulo eléctrico, la esferilla de médula de sauco no se moverá sensiblemente.

La atracción entre la carga positiva de A y la negativa de B hace que no sea posible descargar por completo ninguno de ellos áun cuando se ponga en comunicación con la tierra mientras el otro permanezca aislado y para descargarlos, será preciso ponerlos en comunicación entre sí, bien por el intermedio de la tierra ó por medio de un conductor.

La electricidad en este estado, sin manifestarse por signo alguno exterior, se dice que está *condensada*.

* **25.** Fundados en la inducción, se construyen unos aparatos llamados *condensadores*, nombre que se les aplica porque pueden *condensar* ó *acumular* sobre una superficie pequeña una cantidad de electricidad relativamente grande.

Considerando la figura 9, que no es más que un condensador, tendremos que al estar el disco A en presencia de B, su potencial disminuye porque parte de su carga se emplea en mantener atraida la de signo contrario de B; de modo, que si lo ponemos de nuevo en comunicación con la máquina que sirvió para cargarlo, recibirá una nueva carga; esta á su vez, lo mismo que la primera, descompondrá otra segunda porción del fluido neutro de B, atraerá el negativo y rechazará el positivo el cual pasará á la tierra cuando lo toquemos con el dedo; el potencial de A disminuirá de nuevo por la presencia en B de una carga mayor que la que antes tenia, de modo que al ponerlo en comunicación con la máquina podrá recibir una tercera carga y así sucesivamente; podemos, pues, como se vé, tener una gran cantidad de electricidad acumulada en el sistema sin que se manifieste al exterior, cantidad que no tiene más límite que la resistencia que presente el medio interpuesto entre A y B á la recomposición de las dos electricidades á través de él (*).

* **26.** Los dos discos de metal se llaman *armaduras* del condensador.

* **27.** Un condensador de uso frecuente, en los gabi-

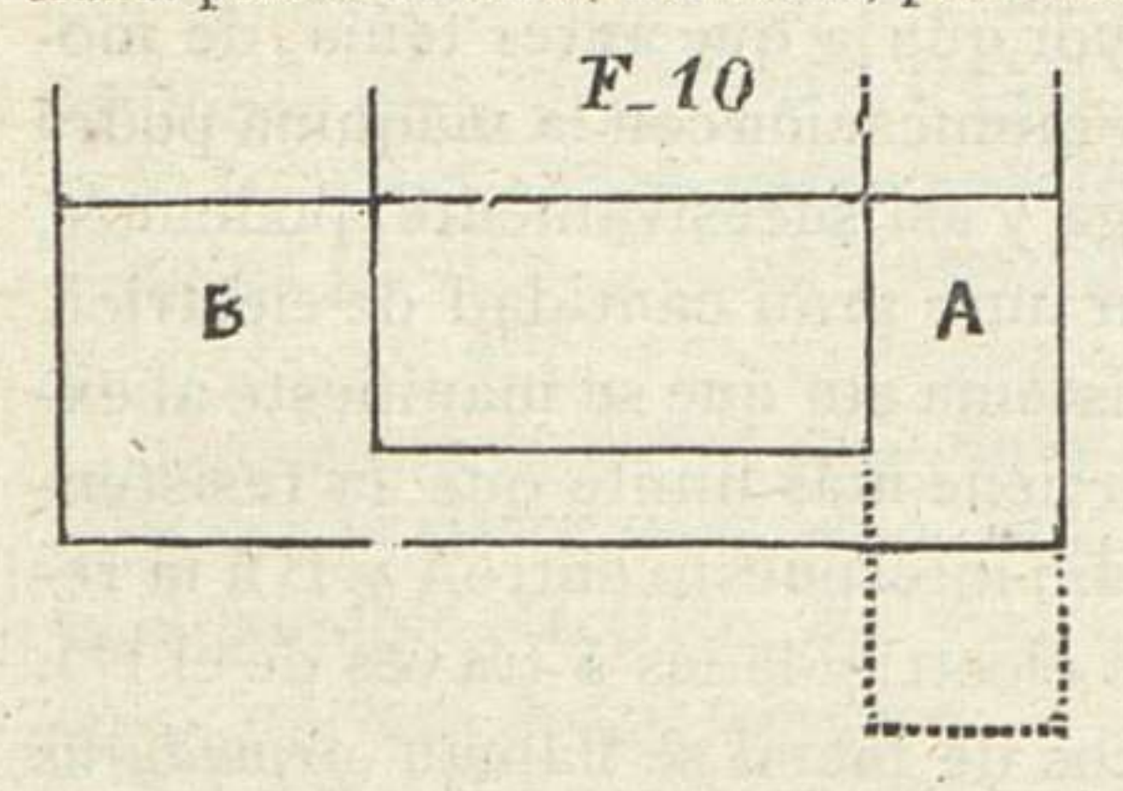
(*) Un condensador puede compararse á un recipiente A, figura 10, cargado por un depósito B. El nivel de A nunca puede ser superior al de B y su carga dependerá del nivel de este y de su capa-

netes de enseñanza, y fácil de hacer es el llamado botella de Leyden. Consiste en una botella de cristal de paredes delgadas, forrada exterior é interiormente, hasta las tres cuartas partes de su altura, con papel de estaño, el cual constituye las dos armaduras. Dicha botella vá cubierta con un tapón de corcho, ebonita ó cualquier otra sustancia aisladora, á través del cual pasa una varilla metálica que se pone en cómunicación con la armadura interior y termina generalmente en una bola, ó en un gancho para poder colgarla de los conductores de una máquina eléctrica (*).

La capacidad de un condensador ó sea su poder de acumular electricidad, depende de la extensión de las superficies opuestas, de la distancia que las separa y de la *capacidad específica inductiva* de la sustancia interpuesta.

---

cidad: pero si el fondo de A cede, podremos recoger más carga por más que el nivel (potencial) sea el mismo. Separando A de B, si se vuelve á suponer rígido el fondo y se eleva á su posición primitiva, el nivel de A aumentará, pero para ello se necesita efectuar trabajo en levantar el fondo. Del mismo modo, para que se manifieste libre la electricidad condensada y aumente por lo tanto su potencial, se necesita consumir trabajo en vencer la atracción entre las dos armaduras.



(*) Las máquinas eléctricas son unos aparatos dispuestos para desarrollar cantidades de electricidad más ó ménos grandes por medio del frotamiento y de la inducción, las cuales no describimos porque no tienen aplicación en el servicio de torpedos.

Los condensadores que se emplean en la práctica están formados generalmente por medio de hojas de papel de estaño, separadas unas de otras por delgadas láminas de mica ó por papel impregnado en parafina.

* **28.** La acción inductora que ejerce un cuerpo electrizado, no solo depende de su distancia al cuerpo inducido, sino de la sustancia que los separa. Si los dos discos que hemos considerado en vez de estar separados por el aire lo estuviesen por una lámina de cristal, la inducción seria mayor: si la lámina de cristal se sustituyese por una de goma laca se notaria un nuevo aumento en la inducción, y este seria todavia mayor si se sustituyese la goma laca por el azufre.

Toda sustancia aisladora tiene una propiedad natural inherente á sí propia, respecto á la inducción que se llama *capacidad específica de inducción*.

29. Antes de terminar este capítulo, y con objeto de no introducir confusión en las ideas, llamaremos la atención sobre el nombre de *condensada* que hemos dicho se aplica á la electricidad cuando no se manifiesta por signos exteriores.

Dicho nombre no significa que este sea un estado especial de la electricidad y si pudiéramos meternos entre las dos armaduras de un condensador, observarianos las mismas atracciones y repulsiones que se observan con un cuerpo electrizado cualquiera. En realidad puede decirse que siempre, para que dichos fénómenos se manifiesten, es preciso estar entre las armaduras de un condensador, que es lo que sucede en las observaciones ordinarias, en las que el cuerpo electrizado hace de armadura interior, el aire de dieléctrico y las paredes de armadura exterior.

Para probar que así sucede, Faraday construyó una

habitación aislada, la electrizó fuertemente y vió que dentro de ella, no era posible obtener las atracciones y repulsiones ordinarias.

CUARTA CONFERENCIA.

DESCARGA ELÉCTRICA.—ELECTRICIDAD ATMOSFÉRICA.—PARARRAYOS.

30. Descarga eléctrica.—Ya hemos dicho que un cuerpo conductor que termine en puntas, no puede conservarse electrizado, porque la tensión en ellas es tan grande, que vence la resistencia del aire y el cuerpo se descarga por aquel sitio; esta descarga tiene siempre lugar, por pequeña que sea la carga de electricidad, y se efectúa de un modo gradual á medida que se vá electrizando el cuerpo; pero si este no tienen puntas, la electricidad se podrá ir acumulando en su superficie hasta llegar á un límite en que la tensión vencerá la resistencia del aire y el fluido eléctrico abandonará el cuerpo de un modo brusco, fenómeno que se conoce con el nombre de *descarga disruptiva* y cuyos efectos son mucho más enérgicos que los que produce la descarga por las puntas.

En un cuerpo que tenga puntas, puede sin embargo ser tan grande la tension inicial, que no baste la descarga lenta á través de ellas, en cuyo caso podrá producirse la descarga disruptiva.

Al verificarse la descarga de cualquier modo que sea, la electricidad que abandona el cuerpo se dirige, naturalmente, hácia los puntos sobre los que ejerce mayor inducción, puesto que en ellos es mayor la tension.

Cuando la descarga tiene lugar entre una punta y un conductor si aquella está electrizada positivamente se observa á su alrededor, en la oscuridad, un cono luminoso y una especie de semi-círculo luminoso también sobre el conductor.

Si la descarga se verifica entre dos conductores que no tengan puntas ni bordes salientes, va acompañada de un chasquido especial y de una luz muy viva llamada *chispa eléctrica*, visible aun en pleno dia.

31 Efectos de la descarga.—Estos pueden ser *luminosos, químicos, magnéticos, fisiológicos, caloríficos, etc.*

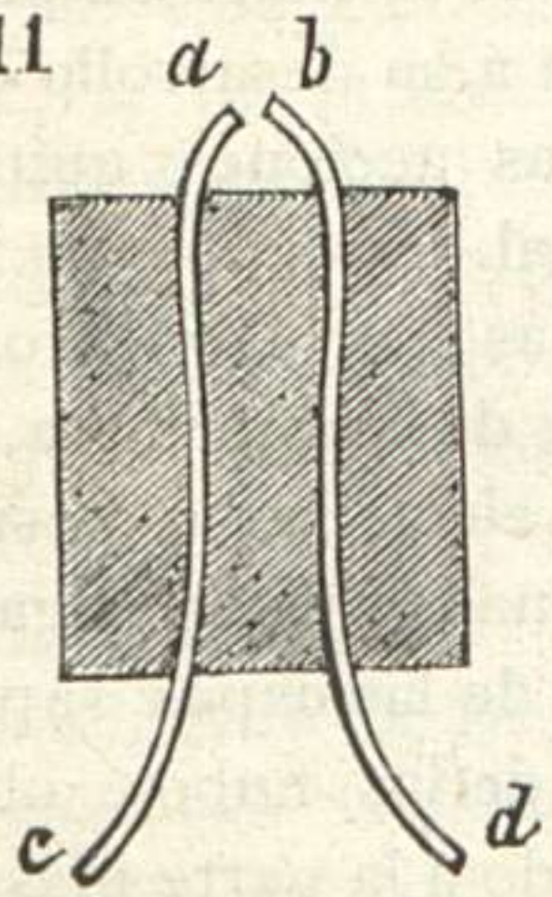
Ya hemos indicado algunos de los luminosos; los químicos consisten en la composición y descomposición de los cuerpos; los magnéticos en la imantación de barras de acero, lo cual esplica por qué en algunos casos al caer un rayo (que no es más que una descarga) en un barco, se invierten los polos de las agujas; los fisiológicos consisten en violentas sacudidas que se esperimentan cuando la descarga pasa á través del cuerpo de un ser animado y aun puede producir la muerte.

Efectos caloríficos.—Consisten, como su nombre indica, en la elevación rápida de temperatura producida por la descarga; si esta pasa á través de cuerpos buenos conductores, no se nota elevación de temperatura si su sección es grande, pero cuando es peque-

ña, no solo se calientan, sino que hasta pueden *fundirse* y aun *volatilizarse*; experiencia fácil de realizar, haciendo pasar la descarga á través de un alambre muy fino de platino ó de hierro.

Si en vez de un cuerpo conductor es una sustancia aisladora ó medianamente conductora, el desarrollo de calor es mayor y en esto están fundadas las espoletas de tensión ó hilo interrumpido que consisten en un núcleo de madera, ebonita ó cualquiera otra sustancia aisladora, fig. 11, á través del cual se pasan los dos extremos de un alambre *cd*; la parte *ab* de este que queda en la cara alta, se corta con una sierra fina y en el espacio que media entre las puntas *a* y *b* se coloca la sustancia que deba inflamarse, que generalmente consiste en una mezcla de clorato de potasio y fósforo amorfo, ó clorato de potasio y sulfuro de antimonio, ó de fulminato de mercurio y polvorin, etc., segun los efectos que quieran obtenerse; á dicha mezcla se le agrega un poco de plombagina para facilitar el paso de la electricidad á través de ella, la cual entra en incandescencia y comunica el fuego al misto.

F. 11



* **32.** Electricidad atmosférica. - Con el auxilio de *electróscopos* (*) especiales, se ha probado que los distintos puntos de la atmósfera están electrizados y

(*) Se llaman *electróscopos* los aparatos que sirven para indicar la presencia de la electricidad. El péndulo eléctrico es un electróscopo.

que su potencial, que es casi siempre positivo, es tanto mayor cuanto mayor es la altura del punto que se considera.

El potencial de las nubes es generalmente positivo; sin embargo se encuentran algunas, aunque pocas, electrizadas negativamente, escepción que tiene su esplicación como ahora veremos.

La electricidad atmosférica debe su origen á la evaporación del agua en la superficie de la tierra en primer término, pero también contribuye á su desarrollo el rozamiento del aire con el suelo y las acciones químicas que se producen en el reino vegetal.

Las nubes al marchar impulsadas por el viento van recogiendo la electricidad positiva de la atmósfera, por lo que parece que todas debian electrizarse positivamente, pero se esplica el que algunas lo estén negativamente, porque siendo el potencial de las capas superiores de la atmósfera mayor que el de las nubes, obrará por influencia sobre estas atrayendo á la parte más próxima el fluido negativo y rechazando el positivo á las más distantes; si al hallarse la nube bajo esta influencia toca con alguna montaña ú otro objeto elevado que se halle en comunicación con la tierra, pasará á esta la electricidad positiva y la nube quedará electrizada negativamente.

Si dos nubes cargadas de electricidades contrarias ó á distinto potencial, se encuentran en presencia, podrá llegar un momento en que la tensión vencerá la resistencia que le oponga la capa de aire interpuesta y tendrá lugar la descarga saltando una chispa.

El *rayo* es la misma chispa y se le dá este nombre cuando la descarga tiene lugar entre una nube y la tierra.

Para que esto tenga lugar es preciso que la nube obre

por influencia sobre la tierra y descomponiendo su fluido neutro atraiga el de signo contrario á las partes más próximas y rechace el del mismo signo á las más distantes. La descarga se verificará siempre como ya hemos dicho, entre la nube y los puntos de la tierra sobre los cuales ejerza aquella mayor inducción; por eso se observa que el rayo hiere casi siempre las cumbres de las montañas, las torres, los edificios y los árboles elevados y los palos de los buques.

La luz que produce la descarga se llama *relámpago* y *trueno* el ruido que le acompaña; ambos son simultáneos, pero se percibe primero el relámpago, debido á que la luz recorre 308.000,000 m. en un segundo, mientras que el sonido, en el mismo tiempo, recorre tan solo 340 m.

33. Pararrayos.—Para precaver los efectos del rayo se emplean los *pararrayos*, que consisten en una varilla metálica terminada en punta, unida á tierra por medio de un conductor metálico no interrumpido, y situada de modo que quede algunos metros por encima del objeto que se trate de protejer.

Si una nube electrizada positivamente, por ejemplo, pasa sobre un buque ó edificio que se halle protejido por un pararrayos, al obrar por influencia sobre él atraerá el fluido negativo á las partes más próximas y rechazará el positivo. El primero se escapará por la punta formando un penacho luminoso, visible en la oscuridad (este es el orígen del fuego de San Telmo) y combinándose con el positivo de la nube lo neutralizará en parte y en esto consiste la *acción preventiva* del pararrayos.

Si por estar la nube muy cargada de electricidad no basta para neutralizar suficientemente su fluido positivo el negativo que sale por la punta, entonces tendrá lugar

la descarga entre la nube y el pararrayos, por ser este él punto sobre el cual éjerce mayor inducción, y por él se dirigirá al depósito común sin causar daño alguno.

*34. Para que un pararrayos llene cumplidamente el objeto á que se destina, es necesario:

1.º Que termine en punta si quiere aprovecharse su acción preventiva. Generalmente estas puntas se hacen de platino para evitar qne la gran cantidad de electricidad que sale por ellas pueda fundirlas en cuyo caso perderian parte de su acción preventiva, más no por eso quedarian inútiles.

2.º La barra que sustenta la punta debe ser de unos 3 á 5 metros de largo, ó más si hubiese chimeneas ú otros objetos más elevados, á fin de que quede más alta que éllos. Su diámetro debe ser de unos 3 cm si es de hierro.

3.º El conductor debe ser contínuo, y lo mejor es una cabilla metálica cuya seccion depende del metal que se emplee; si es de hierro puede ser un cuadradillo que tenga 15 m|m de lado y 6 m|m si es de cobre.

Tambien puede emplearse un cabo de alambre de cobre de 13 m|m de diámetro.

El empleo de cadenas para conductores debe desecharse en absoluto, porque como la sección de contacto es muy pequeña, presenta mucha resistencía y puede fundirse al paso de la descarga.

4.º La comunicación con la tierra tiene que ser perfecta y debe emplearse una plancha de cobre que presente una gran superficie. No basta enterrarlo unos cuantos metros, sino que es preciso hacer un pozo de profundidad suficiente, que dependerá de la clase de terrenos, hasta encontrar la *capa líquida*, es decir, la capa de *los pozos que nunca se secan.*

Si el terreno es de arena seca ó de roca, debe prolongarse el conductor hasta encontrar un terreno húmedo.

Tampoco debe darse tierra á los conductores metiéndolos dentro de un algibe ó cisterna, porque como estos están generalmente revestidos de cemento para evitar que el agua se salga, y este es un mal conductor, la electricidad de la descarga, no encontrando facilidad para esparcirse, podrá producir grandes destrozos.

5.° Todas las masas metálicas que se hallen en el edificio ó buque, deben unirse al conductor por dos puntos que estén lo más separados que sea posible el uno del otro. No basta unirlos por un solo punto porque podrían producirse descargas laterales, es decir, descargas entre la masa metálica y los conductores. Si se observan todas estas precauciones, puede tenerse la seguridad de que el pararrayos será eficaz, pero si falta cualquiera de ellas, no solo deja de serlo, sino que en algunos casos podría llegar á ser peligroso.

35. Pararrayos en los buques.—En nuestros buques el pararrayos reglamentario se compone de unas tiras de cobre embutidas en los palos y masteleros que establecen la comunicación entre una varilla de cobre de 55 cm de largo por 2,5 de diámetro, que es la que constituye el pararrayos firme á la perilla, y terminada en una punta aguda cubierta de platino.

Las tiras van embutidas por la cara de popa de los palos y masteleros y montan por encima de sus espigas llegando hasta la cara de proa para que al encajar la perilla de tope y los tamboretes queden en contacto con la varilla que lleve la primera y con otras tiras de cobre que llevan los tamboretes para establecer la comunicación con las de los masteleros que pasan por ellos.

La tira de cobre cruza la coz de los palos y en las

carlingas hay otras tiras del mismo metal colocadas de babor á estribor y sujetas por dos pernos pasantes cuyos remaches esteriores quedan por fuera del forro de cobre del buque.

En el palo mesana la comunicación con el forro esterior se establece por medio de otra tira de cobre que corre por uno de los baos de la cubierta del sollado y termina en un perno pasante á través del durmiente.

Debe colocarse un pararrayos en cada uno de los palos.

En los buques de guerra modernos que no tengan palos ó que lleven uno solo en el centro, deben colocarse pararrayos en las chimeneas por que no estando estas protegidas, como la columna de humo que sale por ellas es buena conductora, el rayo podría penetrar en su interior. El pararrayos en este caso puede ser simplemente una varilla que se eleve un metro ó más del borde alto de la chimenea y bien unida á ella.

* **36.** Círculo protector del pararrayos.—No se sabe de un modo cierto cual es el rádio de este círculo; en primer lugar por no haber el número suficiente de observaciones y en segundo, porque depende de diversas circunstancias, principalmente de las masas metálicas que entren en las construcciones, pero generalmente se considera igual á dos veces el largo de la *varilla*

37. Pararrayos de las líneas telegráficas.—Una nube electrizada que se aproxime á los almbres telegráficos, como estos son buenos conductores y se hallan en comunicación con la tierra, ejerce sobre ellos una gran influencia y puede dar lugar á una descarga que al pasar por ellos puede fundirlos ó entrar en las estaciones y destrozar los aparatos y aun cuando no tenga lugar la descarga entre la nube y los alambres estos pueden recibir por la inducción de la nube una

carga tan poderosa, que salten chispas en los aparatos y los destrocen ó fundan los hilos de los carretes.

Para evitar que esto suceda se emplean unos pararrayos especiales, los cuales daremos á conocer más adelante, que tienen por objeto hacer que la electricidad pase á la tierra antes de entrar en los aparatos.

QUINTA CONFERENCIA.

PILAS ELÉCTRICAS.

IDEAS GENERALES Y DEFINICIONES.

38. Primera idea de la pila.—Si se sumerje un trozo de zinc ordinario en agua acidulada con ácido sulfúrico, el zinc se disuelve, el líquido se calienta notablemente y se desprenden una porción de burbujas de hidrógeno que es uno de los componentes del agua.

Empleando el zinc puro en vez del zinc ordinario, que siempre contiene impurezas, el desprendimiento de hidrógeno es mucho menor; en el primer momento se desprenden algunas burbujas, pero se depositan sobre el zinc y la acción cesa.

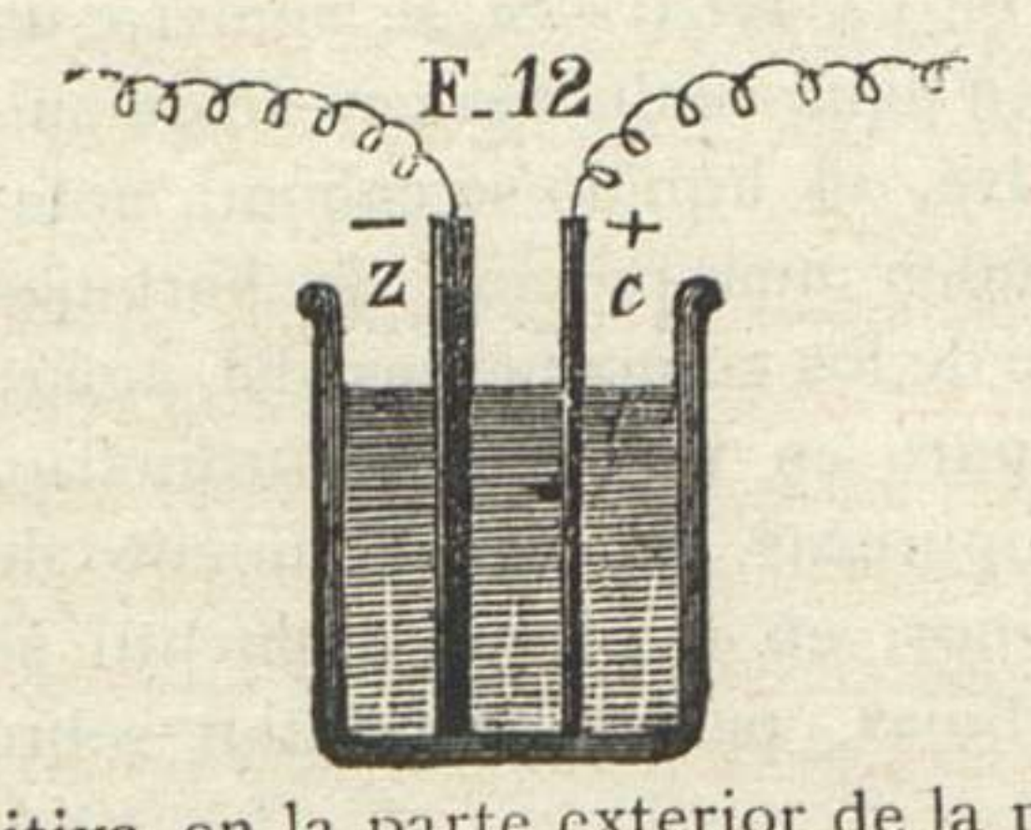
Si en este mismo líquido se sumerje después un trozo de cobre ó de cualquier otro metal y se pone en contacto con el zinc, aparece de nuevo el desprendimiento de hidrógeno, pero no sobre el zinc, sino sobre el otro me-

tal; el zinc se consume y la acción continúa mientras existe el contacto.

Los mismos fenómenos se observan si los metales están sumergidos, solo parcialmente, en el momento en que se toquen, bien sea dentro ó fuera del líquido y aunque el contacto se establezca por el intermedio de un alambre.

En este último caso, el calentamiento del líquido es menor que cuando el zinc se consume solo y en cambio se calienta el alambre que une ambos metales y adquiere ciertas propiedades, tales como, las de atraer las limaduras de hierro, orientar las agujas imantadas, atraer ó repeler otros alambres que se encuentran en iguales condiciones, etc., etc., debidas al paso de una *corriente eléctrica*.

El por qué en el caso que estamos considerando es menor el calentamiento del líquido y se produce en el alambre una corriente eléctrica, no se conoce con certeza.



Se observa, que siempre que dos placas conductoras *z*, *c*, figura 12, se hallan sumergidas parcialmente y sin tocarse en un líquido que les ataque desigualmente, aparece una carga eléctrica positiva en la parte exterior de la placa menos atacada y otra igual y de signo contrario en la de la más atacada.

Mientras las dos placas no se ponen en comunicación por medio de un conductor, la electricidad se manifiesta en sus extremos en el estado estático como la desarro-

llada por el frotamiento y pueden obtenerse los efectos de atracciones y repulsiones, aunque para ello es preciso emplear aparatos muy sensibles, porque el potencial en este caso es muy poco elevado, pero al ponerlas en comunicación pasa una corriente por el alambre, pues ya hemos dicho que siempre que se ponen en comunicación dos cuerpos conductores cuyos potenciales sean distintos, el nivel eléctrico se restablece entre ambos y para que esto suceda, es preciso que haya un traspaso de electricidad del cuerpo cuyo potencial es mayor al otro en que es menor.

Si son dos cuerpos electrizados á distintos potenciales y aislados los que se ponen en comunicación, la corriente cesa en cuanto el potencial es igual en ambos, pero en el caso de la figura 12, la corriente continúa como hemos dicho mientras esté establecida la comunicación entre las dos placas.

* **39.** Para explicar por qué en este caso se produce una corriente contínua, se supone que todos los metales son atacados por el agua acidulada, pero que cuando son puros, las burbujas de hidrógeno que se desprenden, se depositan sobre ellos y los cubren de una capa que los proteje de la acción del ácido.

Admitiendo esto, tendremos que al sumergir parcialmente dos conductores en un líquido que los ataque desigualmente, en el primer momento, ambos serán atacados y en sus extremos exteriores se manifestarán los potenciales eléctricos distintos que hemos dicho, pero en seguida la parte de cada uno de ellos que esté sumergida se cubrirá de una capa de hidrógeno, de modo que cesará la acción química y no se producirá ningún nuevo fenómeno. Si en estas condiciones se establece la comunicación entre sus extremos exteriores por medio

de un conductor, la corriente inicial descompondrá el agua (83) el hidrógeno abandonará el conductor más atacado y se acumulará sobre el otro y el primero, libre de la capa que lo protegía de la acción del líquido, sufrirá un nuevo ataque que dará orígen á una nueva diferencia de potencial y ésta á su vez á una segunda corriente; el fenómeno de la descomposición del agua se presentará de nuevo y el resultado final será la producción de una corriente contínua.

40. En general se dá el nombre de *pila* á todo aparato que, fundado en los principios que hemos expuesto, produce un desnivel eléctrico constante, pero tratándose de uno solo, se suele decir un *elemento* ó *par* y una pila á la agrupación de vários elementos.

Las dos planchas *z c* de la figura 12 se llaman *electrodos* y los extremos exteriores de estos, *polos*.

La diferencia de potencial entre los polos de una pila es siempre una cantidad constante que solo depende de la naturaleza del líquido y de la de los electrodos.

El electrodo más atacado se llama *positivo* ó *generador* y el menos atacado *negativo* ó *conductor* (*).

Los alambres más ó ménos largos unidos á los electrodos se llaman *reóforos* y cuando además de estos se

(*) La lista siguiente indica el órden en que son atacadas por el ácido sulfúrico diluido las sustancias que en ella se expresan.

Zinc.	Cobre.
Estaño.	Plata.
Plomo.	Platino.
Hierro.	Carbón.

En el agua del mar, el órden es el siguiente:

Zinc.	Cobre.
Hierro.	Plata.
Plomo.	Platino.
Estaño.	Carbón.

emplea otro más largo para unirlos se le dá en general el nombre de *conductor*.

Circuito se llama la reunión de la pila, los reóforos y el conductor.

Se dice que el circuito está *abierto, roto* ó *interrumpido* cuando está cortado en un punto cualquiera.

Cuando el conductor que une los polos de una pila no presenta resistencia sensible al paso de la electricidad, se dice que la pila está en corto circuito.

La corriente marcha por fuera de la pila del electrodo conductor al generador y de este al primero por el interior.

Polo *positivo* es el extremo del electrodo conductor y *negativo*, el del generador.

41. Zinc amalgamado.—Como electrodo generador se emplea casi de un modo esclusivo el zinc, pero este metal puro es relativamente caro y el del comercio tiene el inconveniente de ser atacado por las disoluciones que generalmente se emplean en las pilas, por cuya razón se hace uso del zinc *amalgamado* que se ha visto presenta iguales ventajas que el zinc puro y puede obtenerse á ménos precio que éste.

Para amalgamar el zinc se conocen distintos procedimientos, y como es operación que hay que hacer con frecuencia, indicaremos algunos de ellos.

Conviene que el zinc que se emplea en las pilas sea laminado ó pasado por la hilera, pues se ha comprobado que dá mejores resultados que el fundido.

Escogido el zinc puede amalgamarse del modo siguiente: primero se limpia bien sumergiéndolo en una disolución formada por una parte en peso de ácido sulfúrico y cuatro de agua, é inmediatamente y sin darle tiempo á escurrir, se introduce en un vaso que contenga

mercurio, después se saca y se frota con un cepillo para que escurra el exceso de mercurio, y esta operación se repite si fuera necesario hasta que el *zinc* quede bién amalgamado y brillante.

El anterior procedimiento tiene el inconveniente de exigir una gran cantidad de mercurio, de la que no siempre podrá disponerse y además es bastante lento, por lo que en la generalidad de los casos, convendrá usar el siguiente: se toma una cápsula de porcelana y se echa en ella una parte en peso de ácido *nítrico* y tres de ácido *clorhídrico*, se calienta la mezcla á fuego lento hasta que empiecen á desprenderse vapores rojizos, en cuyo caso se habrá formado un líquido de color anaranjado llamado *agua regia*. En seguida se añade poco á poco una parte de mercurio y se agita con una varilla de cristal hasta que se disuelva, conseguido lo cual, se separa del fuego y se le añaden cinco partes de ácido clorhídrico. La composición así formada se deja enfriar y para amalgamar los cines basta sumergirlos en ella durante algunos segundos.

Si se ha usado muchas veces convendrá reemplazarla con otra reciente.

Debe evitarse respirar los vapores que se desprenden al hacer la composición por ser muy nocivos.

Otro procedimiento que puede emplearse consiste en limpiar bien el *zinc* en agua acidulada con 10 ó 12 por 100 de ácido sulfúrico y después de secarlo cuidadosamente se introduce durante algunos minutos en un líquido que se obtiene disolviendo 10 gramos de *bisulfato de mercurio* en un litro de agua.

Si al *zinc* vá unida alguna lámina de cobre, hay que tener cuidado que no se introduzca en el mercurio ó en sus composiciones, porque el mercurio ataca enérgicamente al cobre y la rompería.

Se amalgama tambien sumergiendo el zinc en una mezcla de agua y una decima parte de acido sulfurico á la que se habrá agregado una cantidad cualquiera de mercurio vivo; enseguida se verá que este se precipita sobre el zinc cubriendolo enteramente.

SEXTA CONFERENCIA.

DIFERENTES CLASES DE PILAS.

42. Pila de Volta.—La primera pila fué inventada por Volta el año 1800 y de la disposición que entonces le dió el inventor viene el nombre de pila que se ha seguido dando á todos los aparatos de esta clase. Consiste en una série de discos de zinc y cobre separados entre sí por una rodaja de paño humedecida con agua acidulada y colocados los pares unos sobre otros de modo que todos los discos de zinc queden hácia un lado y los de cobre hácia el opuesto.

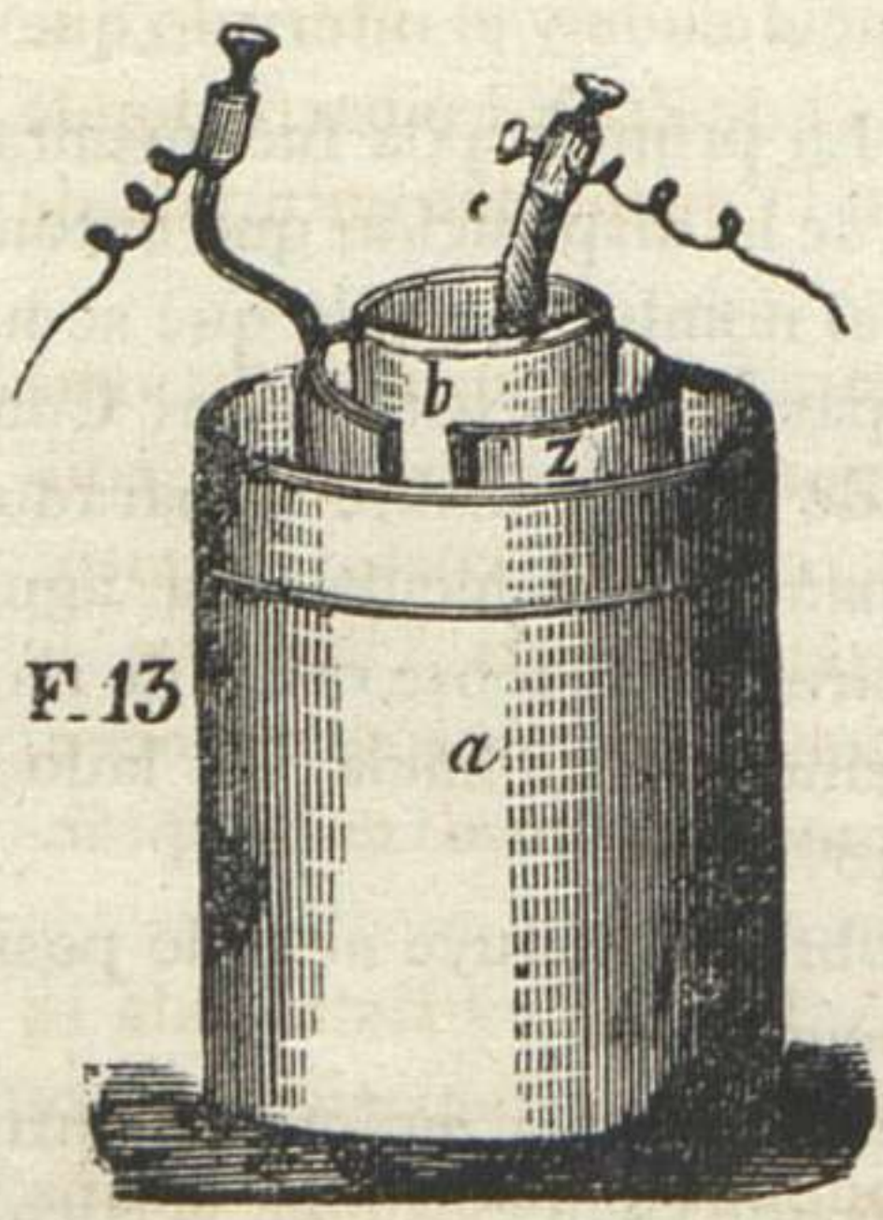
La primera plancha de cobre constituye el polo positivo y la última de zinc el negativo.

Esta pila ha dejado de usarse en la práctica, entre otras razones, porque á causa de su disposición vertical, el peso de los pares superiores, comprime las rodajas

de paño y hace que escurra el agua acidulada, lo cual produce su desecación y paraliza por consiguiente el desarrollo de electricidad al cabo de cierto tiempo; además al escurrir el agua, la pila se cierra por ella en corto circuito. La primera modificación que sufrió para evitar este inconveniente, consistió en colocarla horizontalmente y en vez de usar pedazos de paño humedecidos, se separaron los discos uuos de otros por el agua acidulada, colocando todo el conjunto en una especie de *artesa* de madera, por lo que se conoce esta pila con el nombre de *pila de artesa*.

Al poco tiempo se mejoró de nuevo dicho aparato, introduciendo cada par en un vaso distinto lleno de agua acidulada y dándole al cobre doble superficie que al zinc.

Todavía sufrió otras modificaciones ventajosas, pero tanto esta pila, como en general todas las de un solo líquido, tienen el inconveniente de que la corriente que producen no puede ser constante, pues el líquido vá perdiendo su acidez y el cobre ó electrodo conductor va recubriéndose de una capa de hidrógeno ó *polarizándose*. Para evitar estos inconvenientes ideó Dániell la pila que lleva su nombre.



F. 13

43. Pila Dániell.—Se compone, fig.ª 13, de un vaso de barro ó de vidrio *a*, un cilindro hueco de zinc *z*, un vaso poroso de bizcocho de porcelana *b* y una lámina de cobre *c*.

Los dos líquidos que se emplean son: solución saturada de sulfato de cobre en el interior del vaso poroso y agua acidulada con ácido sulfúrico en el vaso exterior. El electrodo cobre se sumerge en el sulfato y el zinc en el agua acidulada.

Esta pila no se polariza porque el hidrógeno que se produce cuando está en acción, no se deposita sobre el electrodo conductor, sino que al encontrar el sulfato de cobre se combina con el ácido sulfúrico que este contiene y deja en libertad cierta cantidad de cobre que es la que se deposita sobre dicho electrodo.

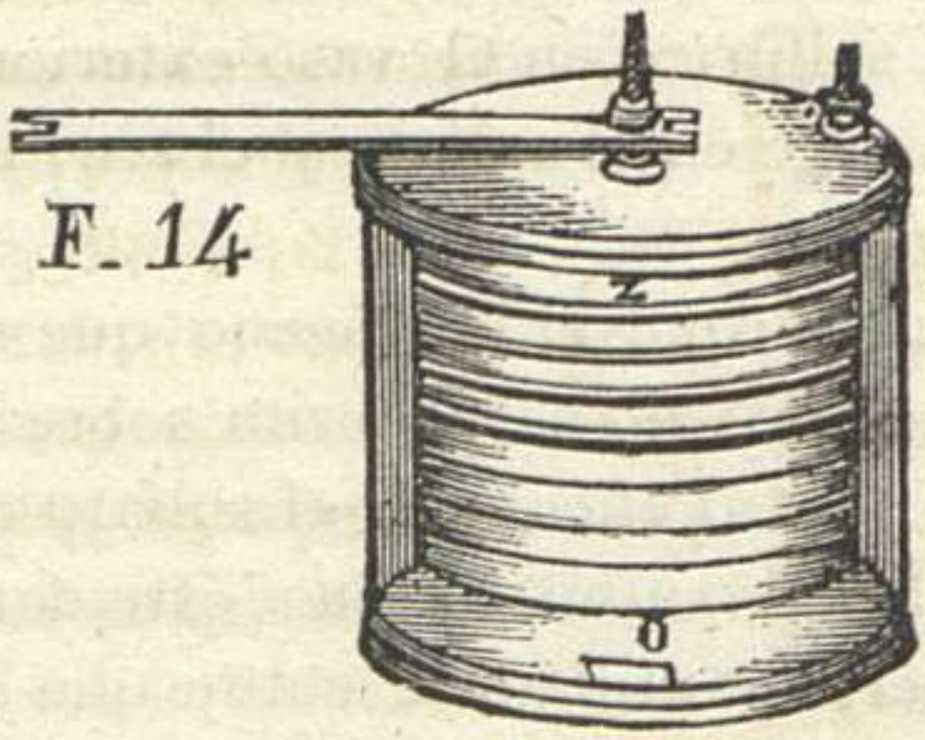
El único gasto que tiene es, sulfato de cobre y zinc, de modo que siendo bastante grueso el cilindro de este metal y añadiendo cristales de sulfato de cobre á medida que se disuelven, la pila funcionará durante mucho tiempo con gran regularidad.

Algunas veces el electrodo cobre se hace en forma de cilindro hueco y rodea al vaso poroso, en cuyo interior se coloca el zinc con el agua acidulada y el intérvalo que media entre el vaso poroso y el de cristal ó barro donde se halla el cobre, se llena con la disolución saturada de sulfato de cobre.

En la práctica para cargar la pila en vez de agua acidulada se emplea agua pura, en cuyo caso conviene dejarla unas horas cerrada en corto circuito. A pesar de ser la primera pila de esta clase que se ideó, es todavía de las más constantes que se conocen, por lo que suele emplearse como *magistral* en la práctica.

44. Pila húmeda de Mr. Trouvé.—Esta pila es una modificación de la de Dániell y su disposición hace que sea muy propia para emplearla en la telegrafía militar.

Consiste, fig.ª 14, en un vaso de cristal cubierto por una placa de pizarra.



F. 14

Los electrodos son dos láminas circulares, una de zinc y otra de cobre, y están separadas por varios discos de papel secante, de los cuales la mitad que toca al cobre está empapada en una disolución de sulfato de cobre y la otra lo está en una de sulfato de zinc.

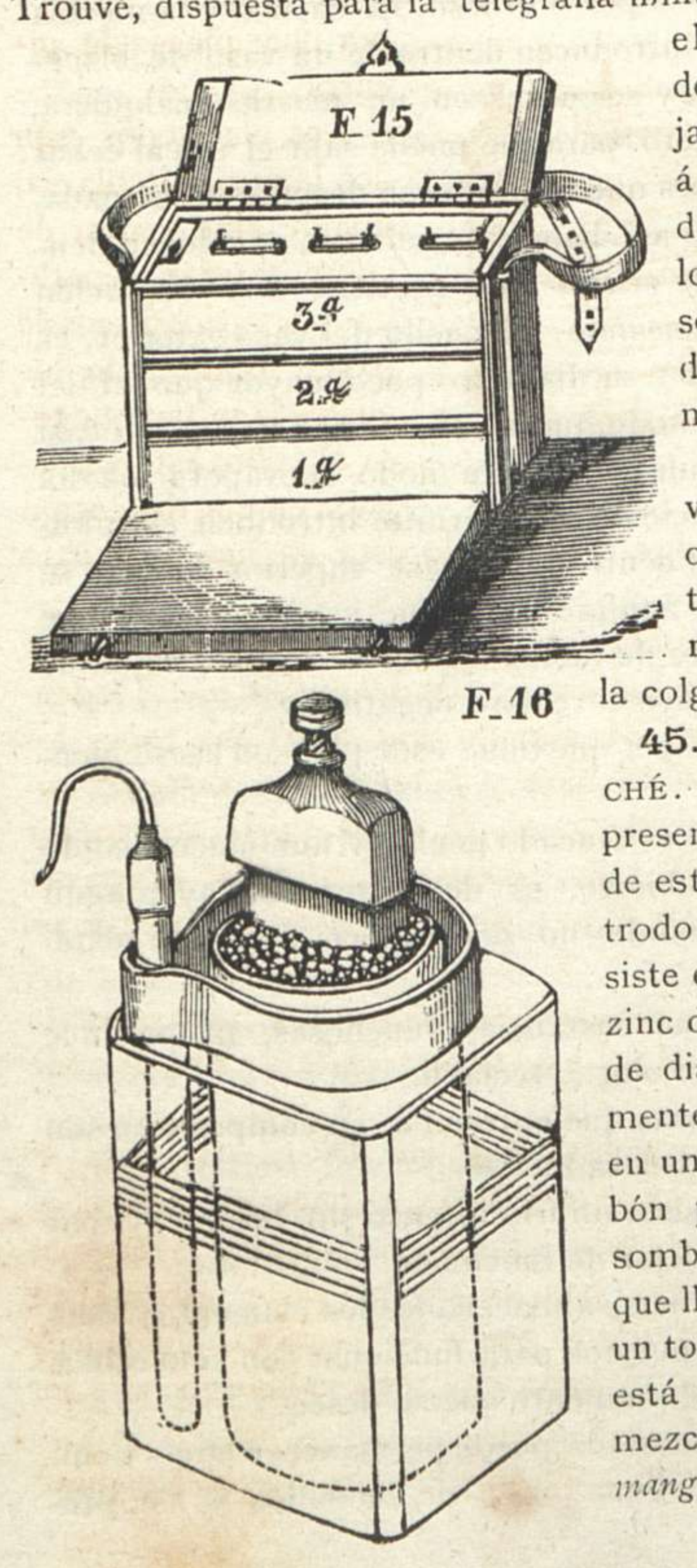
El electrodo cobre ocupa la parte inferior del vaso y en su centro hay fija una varilla del mismo metal rodeada por un tubo de ebonita que atraviesa todos los discos, el electrodo zinc y la tapa, y su extremo superior está roscado y en él se atornilla una tuerca que constituye el polo positivo; el negativo es una segunda tuerca que hay en la tapa unida al zinc por un alambre.

Cuando la pila está *seca* no se gasta y para secarla basta exponerla al sol ó á una corriente de aire durante algunas horas.

Cuando se quiere usar hay que *humedecerla* para lo cual se sumerge en agua y mejor es colocarla debajo de un grifo que deje salir un chorro pequeño Hay que dejar que el agua penetre en la parte central de los discos y se conocerá que está bastante humedecida cuando gotee al apretarla moderadamente con los dedos.

La fig. 15, representa una pila de nueve elementos

Trouvé, dispuesta para la telegrafía militar. Cada tres elementos van dentro de una caja de ebonita fija á la tapa que es de pizarra y al colocar unas cajas sobre otras queden unidos los nueve.



Estas cajas van dentro de otra de nogal que tiene unas correas para poderla colgar al hombro.

45. Pila Leclanché. -La fig. 16 representa un elemento de esta clase, el electrodo generador consiste en una varilla de zinc de un centímetro de diámetro próximamente, y el conductor en una lámina de carbón provista de un sombrerete de plomo, que lleva en su centro un tornillo de latón y está rodeada de una mezcla de *peróxido de manganeso* y carbón de

retorta reducidos á polvo grueso. El carbón y la mezcla que lo rodea, se introducen dentro de un vaso de bizcocho de porcelana y se cubre con un mastic cualquiera, dejando dos agujeros para que pueda salir el aire al echar el agua y los gases que se producen después de cargada.

El vaso poroso así dispuesto y el zinc, se colocan dentro de un vaso de cristal que contiene una disolución saturada de *sal amoniaco*. El cuello del vaso exterior, es de forma circular y su diámetro poco mayor que el del vaso poroso, de modo que al introducir este, queda casi cerrado y se disminuye de este modo la evaporación del líquido; una especie de pico permite introducir el cilindro de zinc; en el eentro de la base superior de este, se hace un pequeño agujero en el que se introduce y se suelda un alambre de hierro cubierto de una capa de zinc, que constituye el reóforo negativo.

46. Las ventajas que tiene esta pila son las siguientes:

1.ª El zinc no es atacado por la sal amoniaco cuando el circuito está abierto, es decir que no hay ningún gasto material cuando uo se produce corriente exterior.

2.ª No contiene sustancias venenosas, ni produce vapores ácidos, ni olor apreciable.

3.ª Las materias que entran en su composición son de un precio poco elevado.

4.ª La pila resiste un frio intenso sin helarse y por consiguiente sin dejar de funcionar.

5.ª Pueden tenerse almacenados los elementos indefinidamente y dispuestos para funcionar con solo echarles el líquido en el momento que se desee.

6.ª Una vez montada puede permanecer largo tiempo sin exigir ninguna clase de cuidados y sin pro-

ducir consumo de las materias que contiene. Además su forma facilita su trasporte y colocación en cajas.

7.ª Produce una corriente más intensa que la de la pila Dániell y es bastante constante, es decir, puede producir durante mucho tiempo una corriente próximamente de la misma intensidad cada vez que se cierra el circuito, siempre que los intérvalos que permanezca cerrado sean de corta duración.

Todas estas ventajas hacen que la pila Leclanché, sea muy apropósito para la telegrafía, campanillas eléctricas y servicios análogos á este y en el de torpedos, se emplea para las trasmisiones eléctricas y como batería de fuego aunque para esta última aplicación se les dá generalmente otra forma que describiremos después.

Para montar uno de estos elementos, se disuelve en agua tanta sal amoniaco como se pueda, que son dos onzas por cuartillo de agua; después se coloca el vaso poroso en el de cristal, dispuesto como se ha dicho, y se llena este hasta poco más de la mitad con la disolución de sal amoniaco, y por último se introduce el cilindro de zinc amalgamado.

El amalgamar el zinc en estas pilas tiene por objeto hacer que sea más difícil se depositen sobre él cristalizaciones salinas.

Para su buen funcionamiento deben tomarse las precauciones siguientes:

1.ª Los pares deben colocarse en sitio seco y si se ponen en cajas, conviene montarlas sobre piés aisladores.

2.ª El líquido evaporado debe reemplazarse de cuando en cuando, de modo que su nivel en el vaso sea siempre el mismo.

3.ª Las cristalizaciones que se forman en el vaso exterior, y que algunas veces suben hasta el cuello, deben desprenderse con frecuencia.

4.ª No conviene echar con exceso sal amoniaco, porque se forman cristalizaciones sobre el *zinc*, y lo mismo sucede cuando hay poca, porque las sales de *zinc* que se forman se disuelven más fácilmente en una disolución saturada que en otra que no lo esté y disolviéndose, no cristalizan sobre el *zinc*, de modo que conviene al cargarla poner la disolución saturada, pero cuando se vea que la corriente disminuye, no siempre debe atribuirse á falta de sal amoniaco y antes de añadírsela conviene consultar con una persona inteligente.

Se ha observado que las estaciones telegráficas que han hecho mejor el servicio, son las que han consumido menos sal amoniaco.

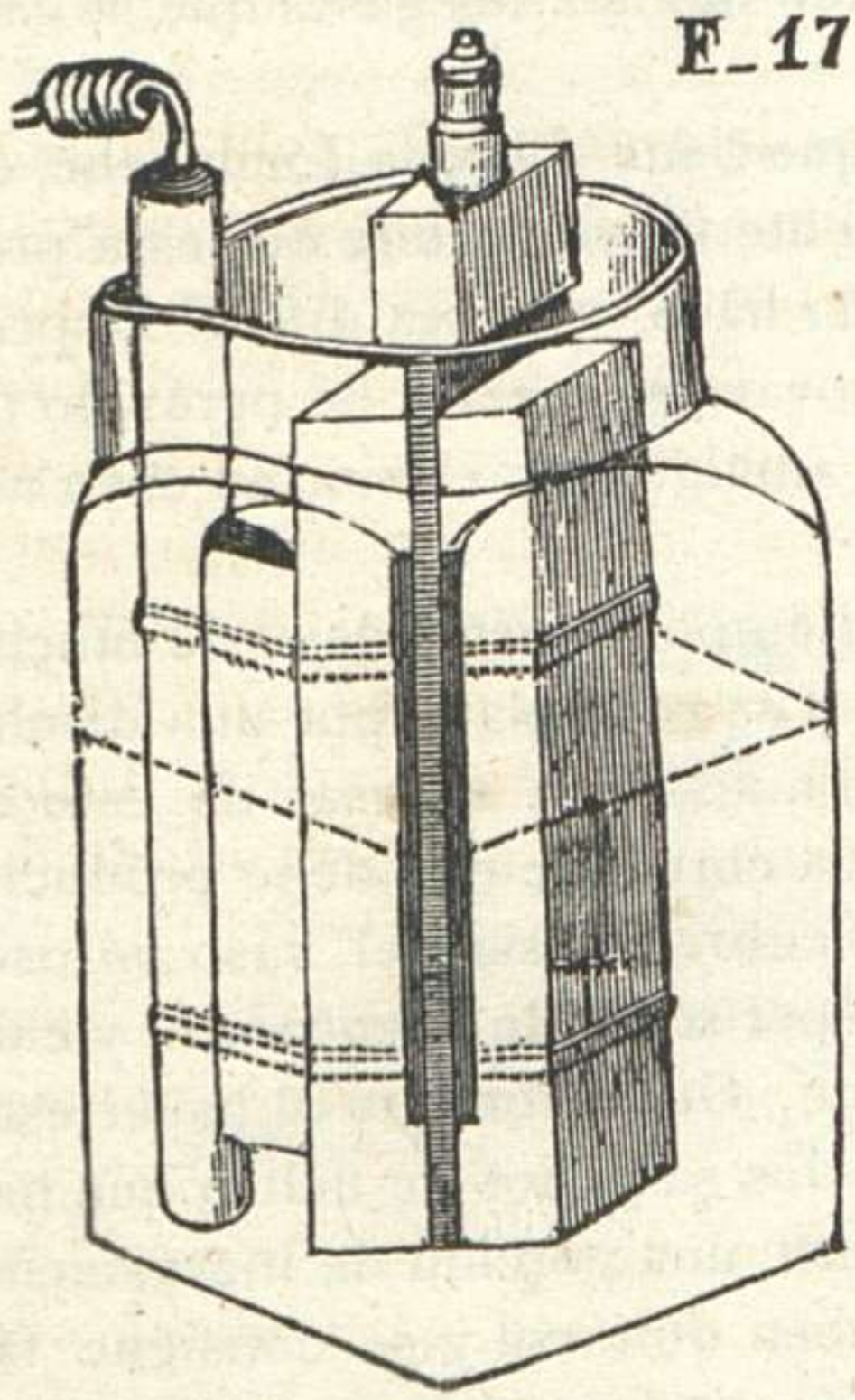
Según Niaudet algunas pilas de esta clase han estado funcionando 23 horas diarias durante once meses sin exigir ningún nuevo gasto, pero fué en un servicio para el cual son apropósito, que consistia en hacer funcionar una campanilla eléctrica.

Si después de mucho tiempo de uso, deja esta pila de funcionar, puede reponerse otra vez fácilmente, rascando el *zinc* que se llena de incrustaciones salinas y renovando la disolución de sal amoniaco; si esto no bastase, se renueva también el contenido del vaso poroso, cambiando por otra la nueva mezcla de peróxido de manganeso y cok machacado y se amalgama el zinc. (x)

47. Otra disposición de la pila Leclanché que tiene algunas ventajas sobre la que hemos descrito y cuyo uso se ha generalizado bastante, es la que representa la

(x). Para limpiar los vasos porosos se bañan en una disolucion de agua y una decima parte de acido sulfurico, con lo cual se disuelven los cristales que se hayan podido formar en sus poros.

.figª 17. El vaso poroso se suprime: unidos al carbón por medio de dos bandas de goma van dos prismas de un aglomerado compuesto de 52 partes de carbón, 40 de peróxido de manganeso, 5 de goma laca y 3 de *bisulfato de potasio*.



Las bandas de goma sujetan también al zinc, pero entre este y el aglomerado se interpone una pieza de porcelana para impedir que la pila se cierre en corto circuito. Estas bandas no deben dejarse fuera del líquido porque la goma se oxida y se romperia.

48. Pila Silvertown.—Esta pila que es la adoptada en España para batería de fuego en el servicio de torpedos, no es sino una Leclanché en la que el vaso exterior es de ebonita, el interior de fieltro y el zinc en vez de ser una varilla sólida, es un cilindro hueco cortado á lo largo de una de sus generatrices y rodea al vaso interior.

La sal amoniaco se echa desde luego alrededor del zinc en el intérvalo que media entre los dos vasos donde aquel vá colocado, y el elemento vá cubierto con un mastic dejando dos agujeros, uno para echar agua y el

otro para dar salida al aire, que sirven también después de cargado, para dar salida á los gases que se desprenden.

La principal ventaja que tiene sobre la Leclanché, es la de producir una corriente mayor que la que esta produce; pero su disposición hace que sea difícil inspeccionarla, así como renovar la mezcla de peróxido de manganeso y carbón y amalgamar el *zinc* en caso necesario.

Si después de algún tiempo de uso, deja de funcionar, se vacía el líquido y se reemplaza por una disolución saturada de sal amoniaco y si á pesar de esto se observa que no produce la corriente que debe producir, se quita el mastic que la cubre, se saca el vaso poroso, se renueva la mezcla de peróxido de manganeso y carbón y se amalgama el *zinc*. Generalmente al hacer esta operación se encuentran los saquillos de fieltro que hacen de vasos porosos, con una porción de incrustaciones salinas, las cuales deben quitarse y se consigue fácilmente teniéndolos algún tiempo en agua caliente.

Estas pilas se colocan en cajas dispuestas para contener 10 elementos, las cuales tienen un encasillado en sus fondos para separar unos elementos de otros y darles más seguridad en los trasportes.

En la parte exterior de uno de los costados de la caja, hay dos prensas, á las que van unidos el *zinc* de un elemento y el carbón de otro, y en ellas pueden tomarse los polos de la pila sin necesidad de abrir la caja.

49. Pila Thiebaut.—Es una pila Leclanché en la que el agua se reemplaza por una papilla de yeso cortado y el *zinc* hace de vaso exterior.

Para conservar húmeda la pasta formada por el yeso

y la sal amoniaco se agrega un poco de cloruro de cal. La pila debe conservarse en sitios húmedos.

Es muy apropósito para ser trasportada: se destina principalmente para la telegrafía, timbres, etc., y se recomienda para la telegrafía militar.

Pila Silvertown

Concluido el trabajo de la pila deberá rellenarse el agua que con la evaporacion se haya consumido Cuando á fuerza de servir esta pila se haya polarizado será necesario lavarla repetidas veces interiormente con agua caliente á fin de disolver los cristales que se hayan formado sobre el vaso de fieltro y sobre el zinc y despues llenarla de una disolucion saturada de sal amoniaco.

Si despues de hecho lo anterior no funcionase habrá que levantar la tapa rompiendo el mastic que la sujeta y cambiar la mezcla de peroxido y carbon del vaso de fieltro, debiendo dejarle despues de hecha esta operacion sin unir el vaso de ebonita no solo por la dificultad que se presenta p.ª hacer bien la junta, sino con objeto de poder inspeccionarla cuando convenga

SÉPTIMA CONFERENCIA.

DEFINICIONES, LEYES Y EFECTOS DE LAS CORRIENTES.—UNIDADES ELÉCTRICAS.

50. Corriente eléctrica.—Ya hemos dicho que al poner en comunicación por medio de un alambre dos cuerpos conductores mantenidos á distinto potencial, se observan ciertos fenómenos que son debidos al paso de la electricidad que tiende á restablecer el nivel eléctrico entre ambos, y se dice que por el alambre pasa una corriente eléctrica. El alambre en este caso puede compararse á un tubo que ponga en comunicación dos depósitos de agua en los que el nivel sea distinto.

Experimentalmente se ha comprobado que la magnitud ó intensidad de una corriente es proporcional á la cantidad de electricidad que pasa en un tiempo dado.

También se ha observado que la corriente es igual en todos los puntos de un circuito, aun cuando éste esté

formado por distintos metales ó por alambres de diferente diámetro y aunque parte de él sea un conductor líquido.

Como se vé hay ciertas analogías entre la corriente eléctrica y una corriente de agua: esta última lo mismo que aquella es proporcional á la cantidad de agua que pasa en un tiempo dado; si se considera la corriente de un rio, en los sitios en que el cauce sea estrecho, la velocidad que lleve el agua será mayor que en los sitios anchos, pero tanto en unos como en otros siempre pasará la misma cantidad en un tiempo dado.

La definición de la corriente se expresa por la relación $C = \frac{Q}{t}$ en la que C representa la corriente Q, la cantidad y t el tiempo.

Por lo que hemos dicho se comprende que no hay dos clases de corrientes como pudieran hacer creer las expresiones anticuadas de *corrientes de tensión* y *corrientes de cantidad* y cuando se dice una corriente fuerte, intensa, enérgica, etc., significa que conduce una gran cantidad de electricidad.

* **51.** Efectos de las corrientes.—Las corrientes eléctricas producen diferentes efectos según el circuito que recorren, y su fuerza ó intensidad. Dichos efectos pueden ser *químicos, caloríficos, luminosos, magnéticos*, etc.

* **52.** Efectos químicos.—Consisten en la descomposición de los cuerpos compuestos, cuando se hallen en condiciones apropósito.

Para comprobar esta propiedad puede efectuarse la descomposición del agua, para lo cual basta introducir los reóforos de una pila de suficiente intensidad dentro de un vaso que contenga agua, y colocándolos á 8 ó 10

m|m de distancia uno de otro, se observa que ambos se cubren inmediatamente de una multitud de burbujas, las que, recogidas y analizadas, resultan ser los elementos *oxígeno* é *hídrógeno* de que se compone aquel líquido.

*53. La descomposición de los cuerpos por medio de la electricidad se llama *electrolísis*. Los cuerpos que en dicha descomposición se dirigen al polo positivo se llaman cuerpos *electro-negativos* y *electro-positivos* los que se dirigen al negativo.

En la descomposición del agua el oxígeno se dirije siempre al polo positivo y el hidrógeno al negativo.

Las sales metálicas disueltas en agua se descomponen igualmente por la acción de la corriente y el metal se dirije siempre al polo *negativo*.

En esta acción está fundada la galvanoplastia ó sea el arte de recubrir los cuerpos de una capa metálica.

54. Efectos caloríficos,—Si una corriente eléctríca atraviesa un conductor, este se calienta y el mayor ó menor calor desarrollado en él depende de la intensidad de la corriente, de la sección del conductor, de su longitud y de su naturaleza; es decir, de la clase de metal de que está formado, y de la facilidad que tenga para irradiar calor, lo cual se expresa por la siguiente ley establecida por Joule; *la cantidad de calor desarrollada en un conductor por el paso de una corriente, es proporcional á la resistencia de aquel y al cuadrado de la intensidad de la corriente.*

Si unimos, por ejemplo, los polos de una pila Silvertown por medio de un alambre de cobre ordinario, este se calienta tan poco, que es difícil notarlo á menos de emplear instrumentos sensibles; pero si dicho conductor se corta por un punto cualquiera y se unen los dos ex-

tremos por medio de un alambre de platino muy fino y bastante corto se verá que se enrojece. Aumentando la intensidad de la corriente ó disminuyendo la sección y la longitud del alambre, puede este llegar á fundirse y hasta volatilizarse.

Según la ley establecida, se explica que se funda con más facilidad un alambre de platino que uno de cobre del mismo diámetro; la razón consiste en que el platino presenta más resistencia que el cobre al paso de la corriente. Por medio de la electricidad se ha conseguido fundir todos los cuerpos excepto el carbón, y aun este se ha llegado á reblandecer de tal modo, que han podido soldarse dos barritas poniéndolas en contacto.

En la elevación de temperatura que produce el paso de las corrientes eléctricas, están fundadas las espoletas de hilo de platino que se emplean para dar fuego á los torpedos, cuya descripción daremos en su lugar.

55. Efectos luminosos.—Hemos dicho que cuando se hace pasar una corriente de suficiente intensidad á través de un cuerpo que le presente gran resistencia, la temperatura de este se eleva y puede llegar á volatilizarse; pero si el cuerpo que se emplea tiene un grado de fusión muy elevado, como le sucede al carbón, al iridio y al platino, ó si se priva del contacto del aire encerrándolo en un globo de cristal y haciendo el vacío, podrá permanecer incandescente mucho tiempo despidiendo una luz muy viva, que se llama *luz eléctrica*.

No es sin embargo necesario para obtener esta, la presencia de un conductor sólido, sino que también se produce á través de los cuerpos gaseosos. Basta para probarlo poner en comunicación los reóforos de una pila que produzca una corriente muy intensa con dos ba-

rras de carbón de retorta terminadas en punta. Si las puntas de las barras están en contacto y se separan un poco, después de establecer la corriente, se observa una luz muy viva en el carbón unido al polo positivo y que se enrojece la punta del negativo. Si después se siguen separando poco á poco, se establece en el espacio que las separa un arco luminoso al que se ha dado el nombre de *arco voltáico*.

La longitud de este depende de la intensidad de la corriente y del medio en que se produce.

La luz eléctrica se utiliza en la guerra para vigilar los movimientos del enemigo, para iluminar una zona donde se tengan fondeados torpedos, etc., etc.

Como para la producción de la luz eléctrica, se necesita que las corrientes tengan mucha intensidad, seria necesario emplear un número considerable de elementos; por eso en la práctica no se emplean las pilas para este objeto, sino unas máquinas cuya descripción daremos más adelante.

56. Efectos magnéticos.—Consisten en la imantación por medio de las corrientes de las barras de hierro y acero, en la desviación de la aguja imantada etcétera, etc., (véase electro-magnetismo).

56 *a*. Fuerza electro-motriz.—Se ha observado que una corriente eléctrica tal cual se ha definido no puede existir sin efectuar trabajo. Esto es que, ó calienta un conductor ó magnetiza hierro dulce, ó efectúa una descomposición química; en resúmen que bajo una ú otra forma, efectúa trabajo, y este trabajo guarda una relación definida con la corriente, es decir, que á un aumento de corriente corresponde un aumento de trabajo efectuado. Para efectuar este trabajo se necesita una fuerza en acción. La fuerza inmediata que produce la corriente

ó en otras palabras que causa el traspaso de cierta cantidad de electricidad, se llama *fuerza electromotriz* ó diferencia de potencial que se expresa generalmente por la letra E y se escribe en abreviatura F. E. M.

57. Resistencia eléctrica. — Si un conductor atravesado por una corriente se coloca próximo á una aguja imantada, convenientemente dispuesta para que pueda girar, esta se desvía de su posición, siempre que la dirección en que se coloque el conductor no sea normal á la de la aguja, y el desvío aumenta á medida que crece la intensidad de la corriente.

Supongamos que con una pila que tenga una F.E.M. constante y empleando un conductor dado, de cobre por ejemplo, se obtiene en la aguja imantada una desviación de 40°. Si se aumenta la longitud del conductor, se vé que la desviación de la aguja disminuye. Si ahora suponemos constante la longitud y sustituimos el conductor por otro de menor sección se verá igualmente disminuir la desviación á medida que la sección disminuye. Si sustituimos el alambre de cobre por otro de hierro, aun cuando su longitud y su sección sean las mismas que en el primer caso, la desviación de la aguja será menor que con aquel.

Ahora bien; como en las anteriores experiencias la F.E.M. ha permanecido constante, la disminución de la corriente tiene que ser debida á un aumento de la *resistencia* que es el obstáculo que oponen á la corriente los cuerpos á través de los cuales pasa, propiedad opuesta á la conductibilidad.

Empleando procedimientos exactos se han establecido las leyes siguientes:

1.ª *La resistencia de un conductor metálico varía propor-*

cionalmente á su longitud. Es decir, que un alambre de cobre de 4 metros, tiene doble resistencia que otro de dos, si el diámetro de ambos es el mismo.

2.ª *La resistencia de un circuito homogéneo varia en razon inversa del cuadrado de su diámetro.* Si tenemos dos hilos de cobre por ejemplo, de igual longitud, pero cuyos diámetros sean respectivamente 1 m|m y 2 m|m el primero tendrá cuatro veces más resistencia que el segundo.

3.ª *Las resistencias de los circuitos de la misma longitud y del mismo diámetro pero de distintos metales están en razón inversa de sus conductibilidades.*

Representando por 100 la conductibilidad de la plata la del cobre es 90, la del hierro 12, la del platino 8 y la del mercurio 2.

La conductibilidad de los líquidos es muy pequeña, comparada con la de los metales.

58. Resistencia interior de las pilas.—Como la pila forma parte del circuito hay que tener en cuenta su resistencia, la cual se compone de la resistencia de los líquidos más la de los vasos porosos que los separan. Considerando el líquido como un conductor ordinario, su resistencia aumentará con su longitud y disminuirá con su sección; por eso la resistencia de las pilas depende de la superficie de los electrodos y de la distancia que los separa: á medida que esta aumenta, aumenta también la resistencia de la pila, puesto que es mayor la longitud del conductor líquido y disminuye cuanto mayores son los electrodos, porque la sección del conductor líquido vá siendo también mayor.

La influencia de los vasos porosos consiste en que como generalmente están formados de sustancias malas conductoras, la corriente tiene que pasar á través de

sus poros, de modo que la sección del líquido disminuye.

59. Ley de Ohm.—De las definiciones que se han dado se deduce que la corriente es directamente proporcional á la F. E. M. é inversamente proporcional á la resistencia, lo cual se expresa por la relación $C = \frac{E}{R}$ conocida por la ley de Ohm, y en la que C representa la corriente, E la F.E.M. y R la resistencia.

Siendo la intensidad de la corriente la misma en todos los puntos del circuito, como la resistencia de este varía con la longitud del conductor, la F.E.M. variará también, puesto que en la expresión $C = \frac{E}{R}$ para que C permanezca constante, es preciso que E varíe á medida que lo haga R.

60. Determinación de las magnitudes eléctricas.—La Ley de Ohm permite determinar una de las mangitudes *corriente*, *resistencia* ó *fuerza electro-motriz* conociendo dos de ellas.

La intensidad de una corriente puede determinarse, como después indicaremos por medio de los *galvanómetros*.

Para medir ó comparar las fuerzas electro-motrices puede emplearse la pila Dániell.

Las capacidades se miden por medio de condensadores de capacidad conocida.

Para comparar entre sí las diferentes resistencias, se emplean unos instrumentos llamados *cajas ó carretes de resistencia*.

Consisten estos en un carrete, generalmente de bronce, alrededor del cual se enrrolla un alambre aislado, de resistencia conocida.

Estos alambres son generalmente de plata alemana, porque los cambios de temperatura afectan poco su resistencia.

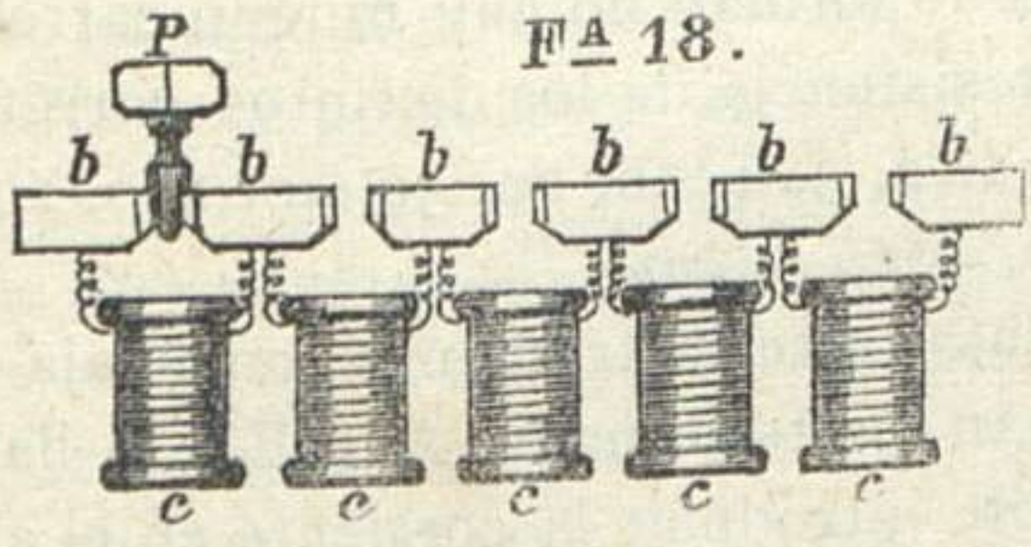
Los alambres se aislan con dos capas de seda y se enrollan en doble con objeto de que la corriente pase en dos direcciones opuestas, para evitar los efectos de la *inducción*.

Después de enrollado el alambre en el carrete se introduce este en *parafina* caliente para aumentar su aislamiento y preservar la seda de la humedad.

Para las resistencias pequeñas se emplea alambre grueso y para las grandes alambre fino con objeto de que no abulten demasiado los carretes.

61. Pueden hacerse carretes sueltos de una resistencia conocida, en cuyo caso los extremos del alambre van á parar á dos prensas, pero generalmente se hacen varios carretes de diferentes resistencias y se colocan en cajas.

En este caso se procura que, combinando los valores de los distintos carretes, puedan obtenerse todos los números enteros comprendidos entre uno y la suma de todos ellos. También se hacen carretes que representan fracciones de unidad.



Fª 18.

Los carretes se disponen como indica la fig.ª 18. Los extremos de los alambres se conectan á las piezas dé metal *b b b* .... Entre cada dos de estas piezas hay un agujero ligeramente cónico para poder introducir en él una clavija metálica P. Si la clavija está puesta, la corriente pasará de una pieza á la otra

sin atravesar la resistencia del carrete, y cuando esta quiera introducirse en el circuito no habrá más que quitar aquella.

62. Hay muchos modos de disponer las cajas de resistencias; pero la de uso más frecuente en el servicio de torpedos, es la representada en el diagrama, fig.ª 19, la cual además de caja de resistencias, tiene otras varias aplicaciones.

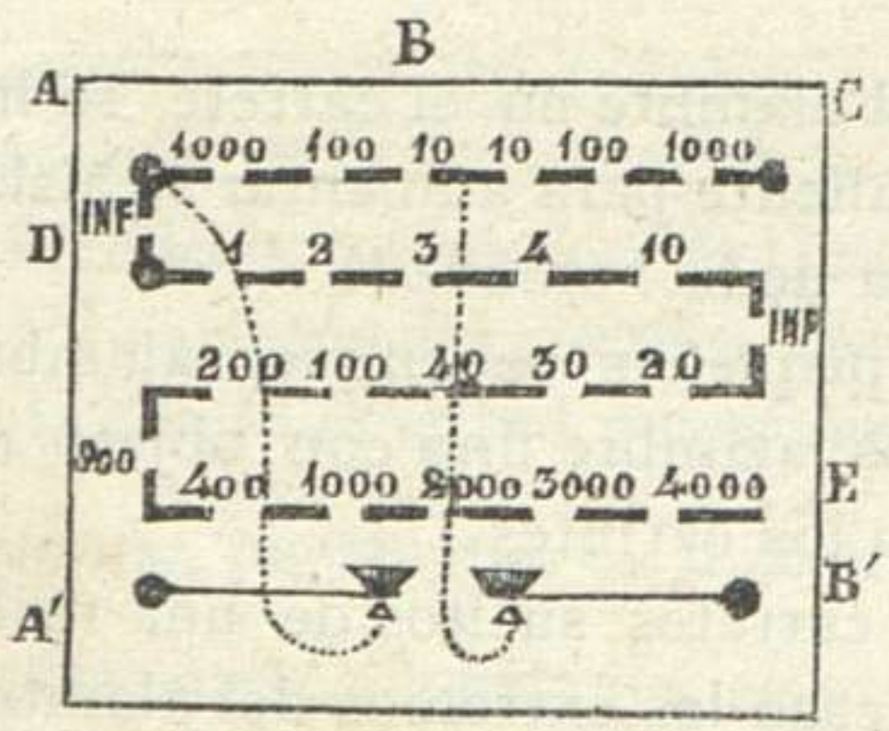


Fig. 19.

Consiste en una plancha de ebonita sobre la que están aseguradas por medio de tornillos las planchas metálicas, representadas por las rayas gruesas á las que se conectan los hilos de los carretes, del mismo modo que en la fig.ª 18. A, C, E A′ y B′ son cinco terminales. A′ y B′ representan dos llaves: el punto de contacto de la de la izquierda, está en comunicación con el terminal A y el de la derecha, con la pieza metálica B. Los agujeros para clavijas marcados INF (infinito) indican que entre las piezas metálicas que lo forman no hay ningun carrete.

Los valores de la resistencia de los distintos carretes son las siguientes: 1, 2, 3, 4, 10, 20, 30, 40, 100, 200, 300, 400, 1000, 2000, 3000, 4000.

Cuando se quiere usar este instrumento como caja de resistencia, se emplean los terminales A′ y E y la llave de la izquierda permite introducir la corriente en el circuito ó interrumpirla según se desee. Hay que tener cuidado de que todas las clavijas que se empleen tengan buen contacto con las piezas metálicas y especialmente los *infinitos*.

62 *a*. Por medio de estos aparatos puede medirse una resistencia del modo siguiente: se forma un circuito con la resistencia que se trata de medir un galvanómetro y una pila y se observa la desviación de la aguja; enseguida se sustituye la resistencia desconocida por una caja de resistencias y se van quitando clavijas hasta obtener la misma desviación de la aguja del galvanómetro, se vé el valor de las resistencias introducidas en el circuito y este será el de la que se trata de determinar.

Estas cajas también se utilizan en el servicio de torpedos, para probar si la corriente de una pila determinada podrá ó no inflamar una espoleta, á través de una resistencia conocida.

62 *b*. Unidades eléctricas.—Para formar juicio de las distintas magnitudes eléctricas es preciso adoptar un sistema de unidades. Estas podrian ser arbitrarias y si se adoptase por ejemplo como unidad de resistencia la de un alambre de metal, peso y longitud determinados, se podría medir cualquier otra comparándola con él y decir que era de tantas unidades del mismo modo que al medir una longitud se dice que es de tantas varas, después de compararla con la longitud convencional á que se ha dado el nombre de vara.

Hasta hace pocos años así se ha venido haciendo y cada nación tenía sus unidades arbitrarias ó empleaba las de otra cualquiera, pero en el dia está ya adoptado universalmente el sistema de unidades que, basado en consideraciones teóricas propuso en Inglaterra en 1863 una comisión nombrada al efecto, el cual fué aprobado por el Congreso de electricistas reunido en París en 1881.

En dicho sistema la unidad de resistencia se llama Ohm. Una vez determinado su valor teórico, se hicieron

magistrales de distintos metales, los cuales se depositaron en el Observatorio de Kew para que sirviesen de término de comparación. También se hicieron copias para expender al público que consisten en un carrete de bronce en el que va arrollado en doble un alambre de 0'5 m|m á 0'8 m|m de diámetro y de 1'50 á 2 metros de largo formado de una aleación de plata y platino, aislado con seda blanca y empapado en parafina; el carrete así dispuesto va cubierto con una envuelta delgada de latón y de él salen dos varillas encorvadas de cobre á las que van soldados los extremos del alambre.

En vista de que el valor teórico del Ohm tiene alguna diferencia con el valor práctico, se acordó en el Congreso de electricistas reunido en París, que en lo sucesivo la unidad práctica de resistencia estuviese representada por una columna de mercurio de un milímetro cuadrado de sección á. 0° C. cuya longitud debía determinar una comisión internacional, y recientemente parece que dicha longitud ha sido fijada en 106 c|m 30.

La resistencia de 100 metros de alambre telegráfico ordinario es proximamente igual á 1 Ohm.

La unidad de fuerza electro-motriz se llama Volt y es próximamente igual á la de una pila Dániell.

La unidad de corriente se llama Ampére y descompone 0,000092 gramos de agua por segundo.

La unidad de cantidad se llama Coulomb y se define diciendo que es la cantidad de electricidad que traspor-ta durante un segundo la corriente unidad.

La unidad de capacidad se llama Farad y es la de un conductor ó condensador que contenga la unidad de cantidad á la unidad de potencial.

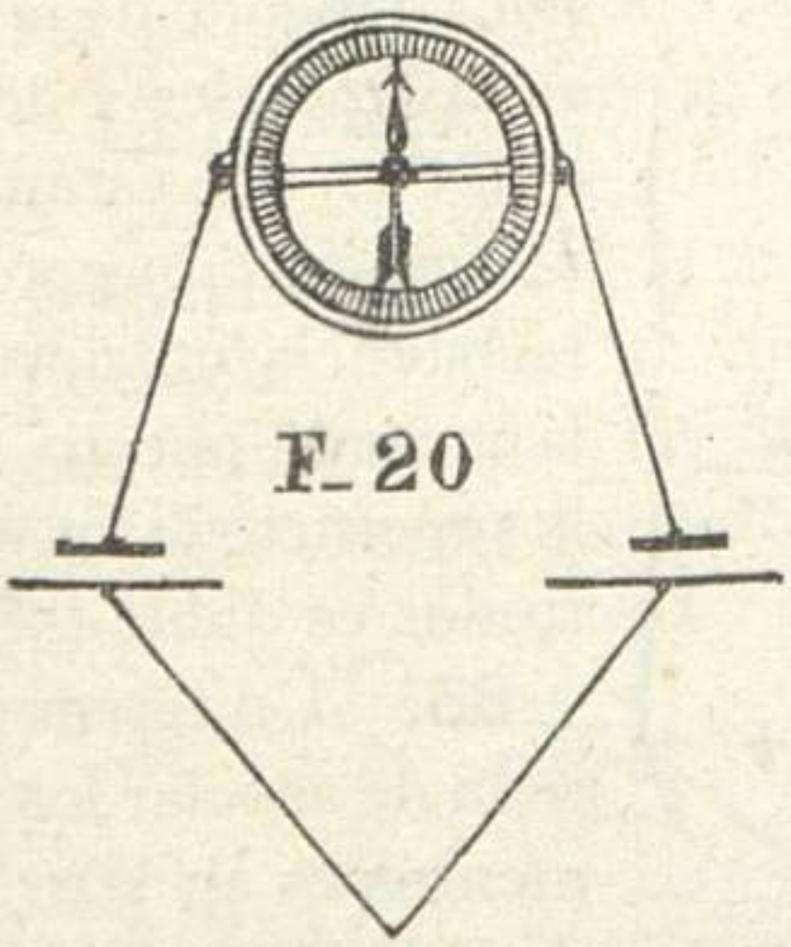
Los múltiplos y submultiplos de estas unidades se forman anteponiendo al nombre de las unidades la palabra *meg* ó *mega* que significa un millón y *micro* que significa un millonésimo y se dice por ejemplo megohm y microfarad que significan respectivamente un millón de Ohms y la millonésima parte de un Farad.

La capacidad de tres millas de los cables ordinarios, viene á ser próximamente de un microfarad.

OCTAVA CONFERENCIA.

DISTRIBUCIÓN DE LAS CORRIENTES

63. Agrupación de los elementos.—Si unimos dos elementos iguales por los polos del mismo nombre é introducimos un galvanómetro (*) en el circuito así formado, figura 20, (**) la aguja de éste no se moverá, lo cual indica que no pasa corriente y se dice que los elementos están asociados en *oposición*.

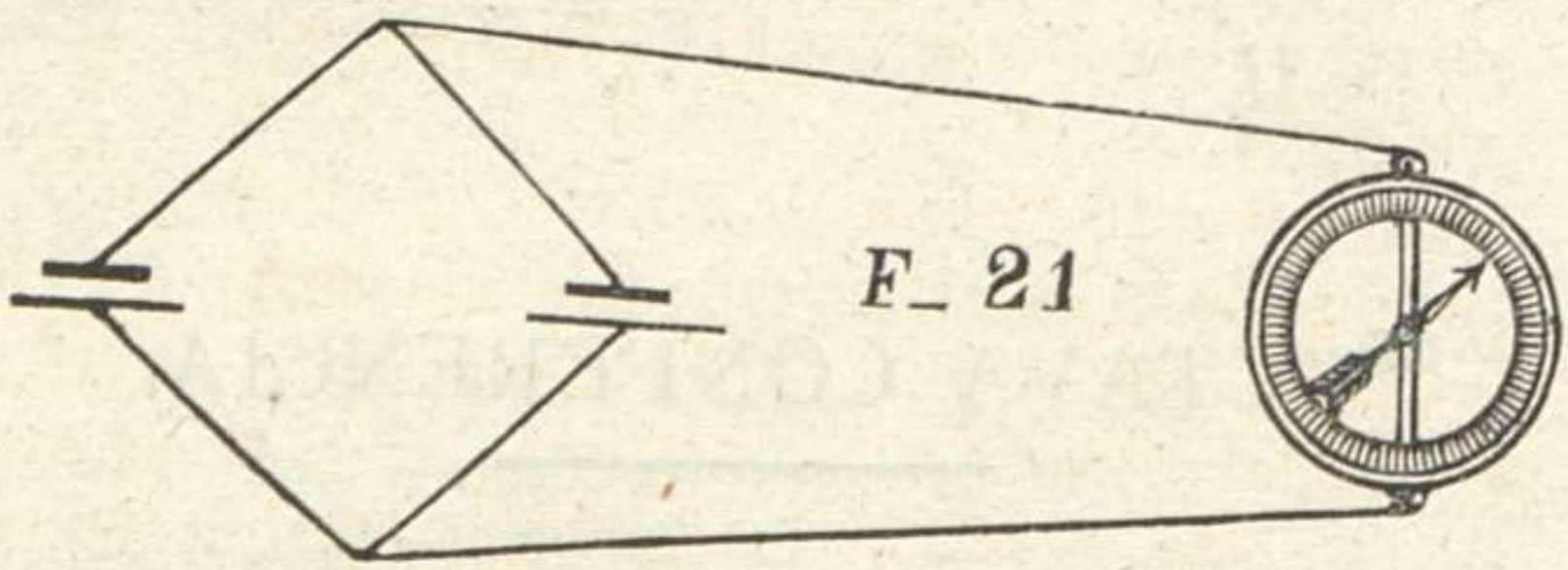


64. Si en vez de estar así dispuestos, lo estuviesen como se indica en la

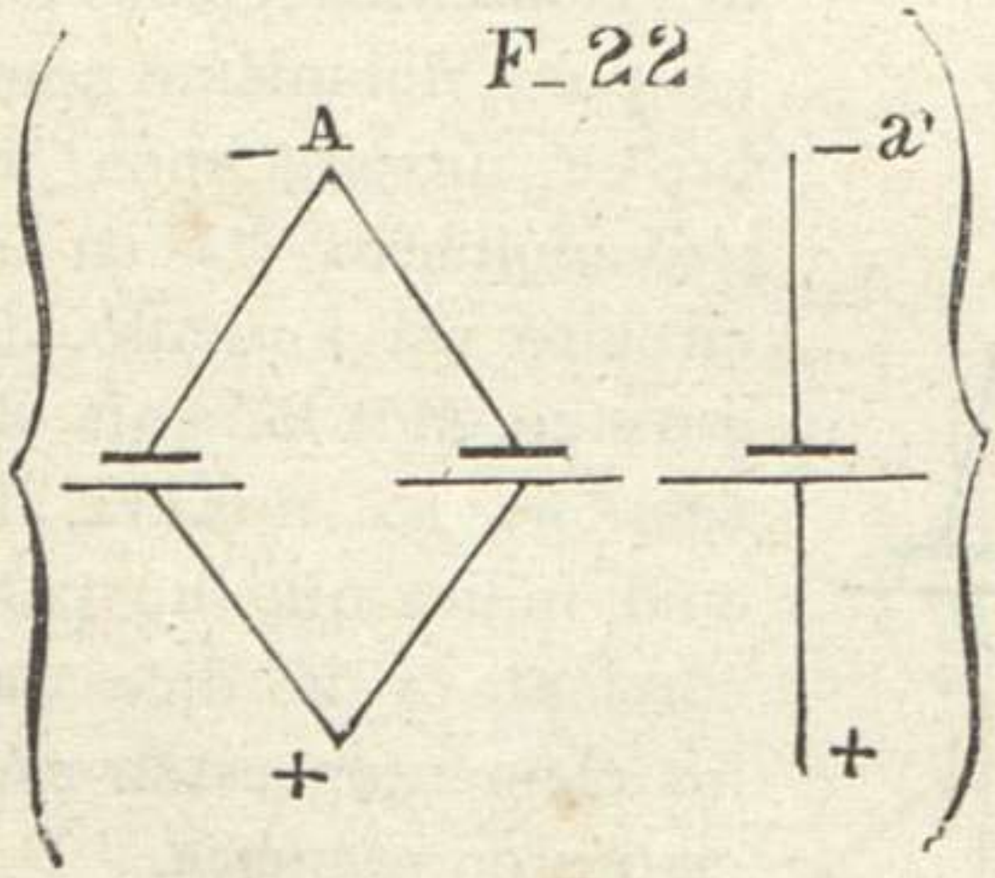
(*) Aparato que sirve para acusar el paso de las corrientes y para medirlas.

(**) Para representar la pila se emplea generalmente el signo | | en la que la raya fina y larga representa el polo + y la otra el polo —.

figura 21, se observaría el paso de una corriente enér-

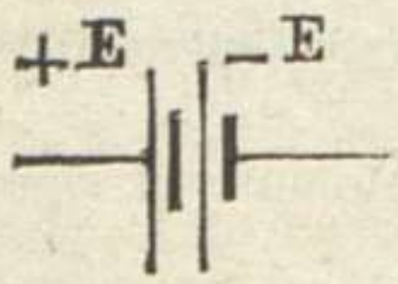


gica: se comprende en efecto que las corrientes de los dos elementos opuestas antes, marchan reunidas ahora y se dice que los elementos están asociados en *arco múltiple*; en este caso los dos elementos pueden considerarse como uno solo de doble superficie partido por la mitad, fig.ª 22; la F.E.M. será igual á la de un elemento solo, pues depende de la clase de metales y del líquido en que están sumergidos, (40) pero la resistencia interior será la mitad, puesto que la superficie de los electrodos es doble (58).



65. Un tercer método de asociar los elementos es en *série*, figura 23, en este caso la F.E.M. es doble que la de un elemento solo, pero la resistencia interior es también el doble.

F_23



Que la resistencia es doble no necesita demostrarse, puesto que los dos elementos están en el circuito uno á continuación del otro, de modo que la corriente tiene que vencer la resistencia de ambos.

Para demostrar que la F.E.M. es doble, consideremos un solo elemento cuya F.E.M. ó diferencia de potencial sea E; en uno de sus polos habrá $+ \frac{1}{2}$ E y en el otro $- \frac{1}{2}$ E. Si uno de ellos lo ponemos en comunicación con la tierra, su potencial quedará reducido á cero, pero como la F.E.M. de la pila no se altera por esto, la del otro extremo será igual á $\pm$ E según el polo que se haya puesto en comunicación con la tierra.

Consideremos ahora dos elementos, fig. 24, puestos en comunicación con tierra el polo + del uno y el — del otro; la F.E.M. del primero será — E y la del segundo + E. Si ahora en vez de estar en comunicación con tierra del modo indicado, se ponen en comunicación el polo + del primero y el — del segundo, fig. 23, su potencial quedará reducido á cero como en el caso anterior, puesto que el potencial es igual en ambos y de signo contrario, por consiguiente la F.E.M. del polo libre del primero será — E y la del segundo + E cuya diferencia es 2 E, es decir, doble que la de un elemento solo.

F.24

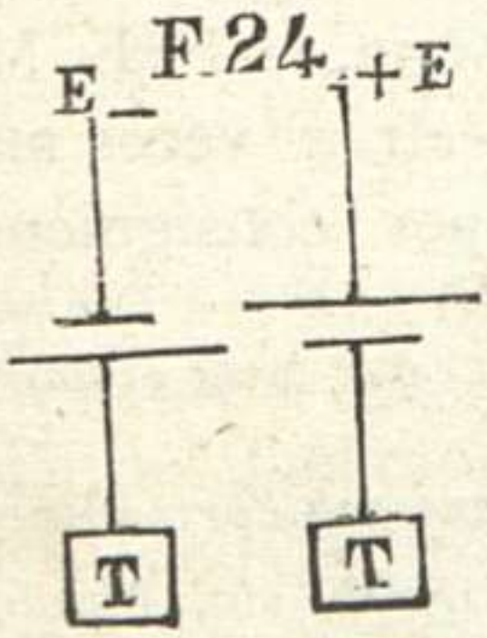
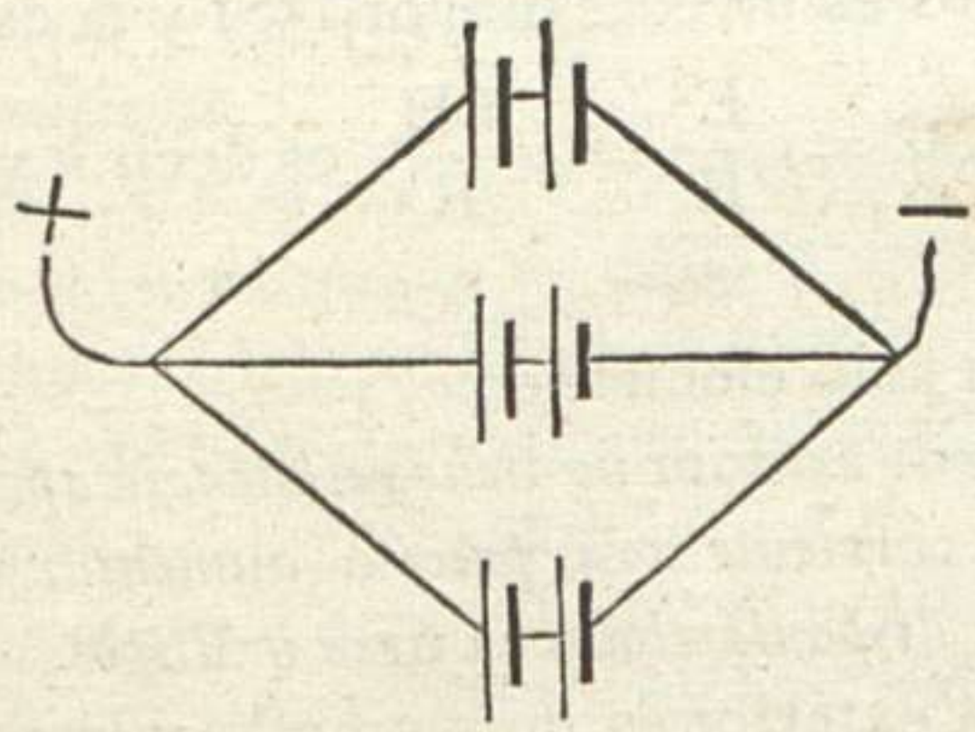


Fig. 25.

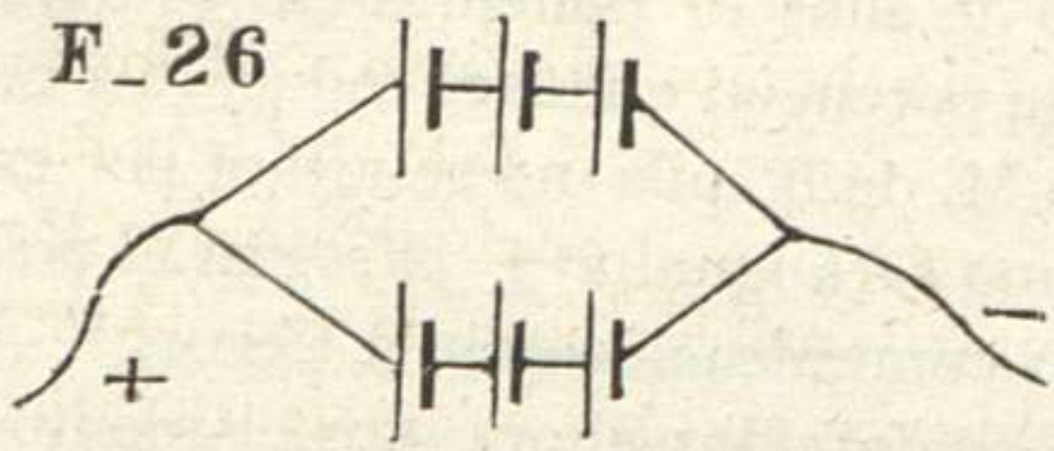


Estos dos últimos métodos de asociar los elementos, pueden combinarse y si tenemos, por ejemplo 6, podemos disponerlos dos en série y tres en arco múltiple, fig. 25, ó tres en série y dos en arco múltiple, fig. 26.

66. En el caso de disponer de un solo elemento, si

unimos sus polos por medio de un alambre que no tenga resistencia apreciable, la corriente será $C = \frac{E}{R}$ llamando R á la resistencia de la pila. Si en vez de un solo elemento disponemos de un número cualquiera de ellos *n* por ejemplo, y los unimos en série, la F.E.M. de la pila así formada será *n* E, es decir *n* veces mayor y la resistencia lo mismo *n* R, por consiguiente $C = \frac{n\,E}{n\,R} = \frac{E}{R}$; lo que quiere decir *que si el circuito exterior no tiene resistencia apreciable, la misma corriente se obtiene con un elemento que con* 50 *ó con* 50,000, *etc., puestos en série;* pero si bajo las mismas condiciones disponemos los elementos en arco múltiple, entonces la F.E.M. de la pila será la misma que la de un elemento, pero la resistencia será *n* veces menor ó sea $\frac{R}{n}$ puesto que la superficie de los electrodos es *n* veces mayor (58) y la corriente por lo tanto será $C = \frac{E}{\frac{R}{n}} = \frac{n\,E}{R}$ es decir *n* veces mayor que la de un solo elemento.

F_26



De modo *qne si el circuito exterior no tiene resistencia apreciable, para aumentar la corriente será preciso aumentar la superficie de los electrodos disponiéndolos en arco múltiple.*

67. Si la resistencia exterior es muy grande y la representamos por *r*, entonces la corriente será $C = \frac{E}{R + r}$

en el caso de un elemento solo y $C = \frac{E}{\frac{R}{n} + r}$ cuando el número de elementos sea n y estén dispuestos en arco, múltiple. En este caso como hemos supuesto á R muy pequeño con relación á r y esta y la F.E.M. de la pila permanecen constantes, por mucho que se disminuya R no se conseguirá aumentar sensiblemente la corriente; pero disponiendo los elementos en série la corriente será $C = \frac{nE}{nR + r} = \frac{E}{R + \frac{r}{n}}$ lo cual indica que la corriente aumenta á medida que aumenta el número de elementos porque cuanto mayor sea éste, menor será el denominador del quebrado y mayor por consiguiente su valor.

De donde se deduce *que cuando la resistencia del circuito exterior sea muy grande con relación á la de la pila, será preciso disponer los elementos en série y no en arco múltiple para aumentar la corriente.*

68. *Si la resistencia exterior no es ni muy grande ni muy pequeña, entonces se combinan los elementos, disponiendo várias séries en arco múltiple, de modo que la resistencia interior sea igual á la exterior, en cuyo caso se obtendrá la mayor corriente.*

69. En el servicio de torpedos el caso que se presenta generalmente es, determinar el número de elementos necesarios para inflamar una espoleta conociendo la corriente que para ello se necesita y la resistencia de la línea.

Se supone desde luego que un elemento solo puede dar fuego á la espoleta, no habiendo en el circuito exterior más resistencia que la de esta, para no tener necesidad de unirlos en arco múltiple; si no fuese así, lo

cual en la practica no ocurre, todo se reduciría á unir dos ó más en arco múltiple, hasta que se viese que inflamaban la espoleta y considerar cada grupo como un elemento solo.

Para determinar dicho número llamemos E la F.E.M. de un elemento, R. á su resistencia interior y L á la de la línea y tendremos para un elemento solo

$C = \frac{E}{L + R}$ y para un número n de elementos en série $C = \frac{n\,E}{L + nR}$ de donde se deduce $C\,(L + n\,R) = n\,E$ ó $C\,L + C\,n\,R = n\,E$, $C\,L = n\,(E - C\,R)$ y $n = \frac{C\,L}{E - C\,R} = L\,\frac{C}{E - C\,R}$ y como C, E y R son constantes, una vez elegida la pila y la espoleta, no habrá más que determinar el valor del quedrado $\frac{C}{E - C\,R}$ y multiplicando esta cantidad constante por la resistencia de la línea, se tendrá el número de elementos que hay que emplear.

En la pila Silvertown (1) y empleando espoletas de la fábrica de este nombre, que necesitan para inflamarse una corriente de 0'6 Ampére, el valor de dicho quebrado será

$$\frac{0'6}{1'4 - 0'6 \times 0'3} = \frac{60}{122} = 0'49$$

de modo que tomando 0'5, para determinar el número de elementos, no habrá más que medir la resistencia de la línea en Ohms y hallar la mitad.

70. Este coeficiente puede determinarse para cualquier clase de pila, conociendo sus dimensiones eléc-

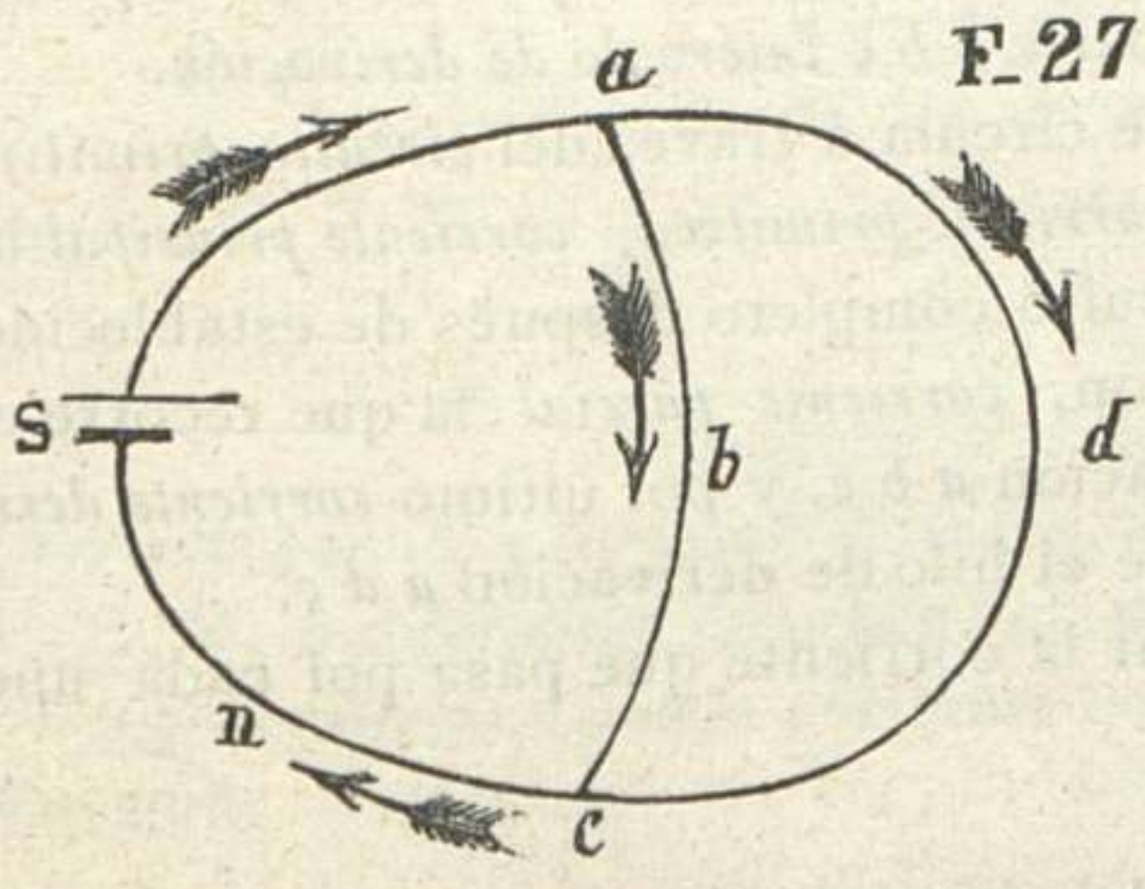
(1) La F.E.M. de esta pila es 1'4 y su resistencia interior 0'3.

tricas para lo cual podrá ser de utilidad la adjunta tabla.

DIMENSIONES ELÉCTRICAS.

Nombres.	F.E.M. volts.	Resistencia (1) ohms.
Dániel	0'98	4 á 6
Trouvé.. . . .	0'98	50 próximamente estando perfectamente húmeda
Leclanché . .	1'48	2'5 á 4
Id. de aglomerados	1'50	1
Silvertown.. .	1'48	0'2 á 0'4
Thiébeaut . .	1'30	1

71. Resistencia de los circuitos múltiples.—Cuando el circuito está formado de cierto número de conductores distintos como en la figura 27, la corriente al llegar á *a*, encuentra dos caminos y se divide en dos partes, una que sigue el trayecto *a b c* y la otra el *a d c*; al llegar á *c* estas dos corrientes se reunen y no forman mas que una en el resto del circuito. Para saber



(1) La resistencia sólo es aproximada, pues son muchas las causas que pueden hacerla variar.

en este caso la resistencia que la corriente tiene que vencer para llegar de *a* á *c* á través de los dos conductores *a b c* y *a d c* reunidos, llamemos r' á la resistencia del hilo *a b c* y r'' á la del *a d c*.

Es evidente que los dos hilos reunidos, tienen para la electricidad una conductibilidad total *c* que satisface á la relación siguiente:

$$c = c' + c'' = \frac{1}{r'} + \frac{1}{r''} = \frac{r' + r''}{r' r''}$$

por consiguiente la resistencia total de los dos hilos reunidos será:

$$r = \frac{1}{c} = \frac{1}{c' + c''} = \frac{1}{\frac{r' + r''}{r' r''}} = \frac{r' r''}{r' + r''}$$

Si hubiese tres hilos la resisteneia seria:

$$\frac{r' r'' r'''}{r' r'' + r' r''' + r'' r'''}$$

* **72.** En la fig. 27 los puntos *a* y *c* se llaman *puntos de derivación* y la parte *a b c intérvalo de derivación.*

La corriente que circula á través del *circuito primitivo s a d c s* se llama *corriente primitiva, corriente principal* la que recorre el circuito completo después de establecido el hilo de derivación, *corriente parcial* la que recorre el intérvalo de derivación *a b c*, y por último *corriente derivada* la que recorre el hilo de derivación *a d c.*

Para determinar la corriente que pasa por cada uno de estos circuitos

Llamemos:

E, la F. E. M. del circuito principal.

R, Resistencia de la pila más los trozos de conductor *s a* y *s c.*

r, La resistencia de intérvalo de derivación *a b c.*

r' La resistencia del hilo de derivación $a\ d\ c$.

y se trata de determinar:

C. Corriente primitiva.

C'. Corriente principal.

c. Corriente parcial.

c'. Corriente derivada.

Corriente primitiva.—La resistencia del circuito, antes de establecer el hilo de derivación, era $R + r$ la corriente primitiva será por lo tanto $C = \frac{E}{R + r}$

Corriente principal.—Después de establecida la derivación, la comunicación entre los puntos a y c existe á través de los hilos $a\ b\ c$ y $a\ d\ c$ reunidos cuyas resistencias son r y r'. Sabemos que la resistencia total de estos dos hilos es $\frac{r\ r'}{r + r'}$ por consiguiente después de establecer el hilo de derivación la resistencia total del circuito será:

$$R + \frac{r\ r'}{r + r'} = \frac{R\ (r + r') + r\ r'}{r + r'}$$

y como la F. E. M. es la misma la corriente será:

$$C' = \frac{E\ (r + r')}{R\ (r + r') + r\ r'}$$

Corriente parcial y *corriente derivada.*—Llamando e á la F. E. M. ó diferencia de potencial, entre los puntos a y c (59) tendremos que la corriente que circule de uno á otro será:

$$C'' = \frac{e}{\frac{r\ r'}{r + r}}$$

y como la corriente principal debe ser igual en todos los

puntos del circuito tendremos que C″ será igual á C′ ó lo que es lo mismo

$$\frac{e}{\frac{r\,r'}{r+r'}} = \frac{E\,(r+r')}{R\,(r+r)+r\,r'}$$ de donde resulta

$$e = \frac{E\,r\,r'}{R\,(r+r')+r\,r'}$$

Como la F. E. M., e, es común á las extremidades confundidas de los conductores $a\,b\,c$ y $a\,d\,c$, la corriente que pasa por cada uno de ellos será igual á dicha F. E. M. partida por la resistencia del conductor que se considere; por consiguiente la corriente parcial será:

$$c = \frac{e}{r} \text{ ó bien } c = \frac{E\,r'}{R\,(r+r')+r\,r'}$$

y la corriente derivada

$$c' = \frac{e}{r'} \text{ ó bien } c' = \frac{E\,r}{R\,(r+r')+r\,r'}$$

73. Circuito cerrado por la tierra.—Para cerrar el circuito de uña pila no es necesario el reunir sus polos por medio de un conductor metálico contínuo, sino que basta el ponerlos en comunicación con la tierra. Puede comprobarse fácilmente que así sucede, con solo introducir un galvanómetro en el circuito formado del modo indicado y la desviación de la aguja indicará el paso de una corriente próximamente igual á la que se obtendria, si en vez de estar en comunicación con la tierra, estuviesen unidos por un conductor metálico ambos reóforos.

En la práctica la comunicación con la tierra se esta-

blece por medio de unas planchas metálicas llamadas *planchas de tierra*, las cuales se sueldan al extremo de los conductores y se entierran hasta encontrar un terreno húmedo ó se echan al agua si el circuito debe cerrarse por el mar.

El circuito se cierra siempre sea cualquiera la distancia á que estén las planchas de tierra con lo cual, tanto en la telegrafía como en el servicio de torpedos se consigue una gran economía.

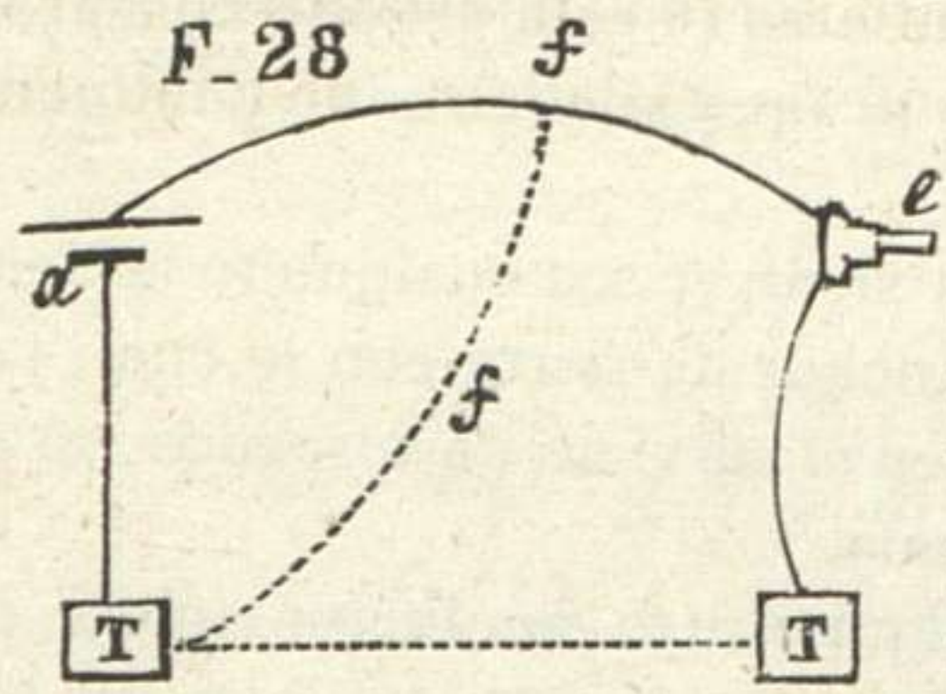
La tierra como cualquier otro conductor opone cierta resistencia al paso de la corriente, pero esta resistencia no aumenta con la distancia que hay entre las planchas de tierra, cuando esta es superior á cien metros.

La resistencia disminuye á medida que aumenta la superficie de las planchas, pero al llegar á cierto límite, que depende de la clase de terreno en que se entierran, permanece constante aun cuando se siga aumentando dicha superficie. Este límite en la mar se alcanza muy pronto.

No es indiferente la elección de la clase de metal de que han de ser las planchas, sobre todo, cuando el circuito se cierra por el mar como sucede en el servicio de torpedos, porque haciendo el agua salada de líquido excitador, se forma un elemento entre ambas y si los metales son distintos, podrá originarse una corriente en sentido contrario á la de la pila.

74. Conductores aislados.—Sabiendo que el circuito puede cerrarse por la tierra ó por el mar, se comprende la necesidad de evitar que los conductores toquen con la tierra ó con el agua en todas aquellas operaciones en que se trate de producir un efecto á distancia por medio de la electricidad.

Supongamos en efecto que se trata de dar fuego á la espoleta de un torpedo para lo cual se necesita una corriente determinada. Uno de los polos de la pila, fig. 28, se pondrá en comunicación directamente con el mar T y el otro con la espoleta *e* y el segundo ramal de esta con el mar T, y para cerrar el circuito en el momento que se desee no habrá más que intercalar una llave.



Con esta disposición si el conductor está perfectamente aislado en el momento de bajar la llave se completará el circuito y se producirá la inflamación de la espoleta; pero si el conductor está desaislado por un punto cualquiera *f*, al llegar á él la corriente se dividirá en dos partes (71) una de ellas cerrará el circuito por T á través de la espoleta y la otra por *f*. La corriente que pase por cada una de ellas, dependerá de la resistencia de los circuitos, es decir, de las resistencias de la espoleta y de la falta y podrá suceder, si la de esta es muy pequeña, que se vaya por ella la mayor parte de la corriente y no pase por la espoleta la suficiente para producir su inflamación.

75. En las líneas telegráficas ordinarias, para impedir que los alambres por donde circula la corriente se pongan en comunicación con la tierra, se cuelgan de unos soportes de porcelana llamados *aisladores*, los cuales van sujetos con tornillos en la extremidad superior de unos postes de madera clavados en tierra.

76. En el servicio de torpedos, telégrafos submarinos y siempre que se trata de establecer circuitos por debajo del agua, los conductores van aislados con una ó varias capas de una materia aisladora, generalmente goma ó gutta-percha.

CONFERENCIA NOVENA.

MAGNETISMO.--ACCIÓN DE LAS CORRIENTES SOBRE LAS CORRIENTES.—ELECTRO-MAGNETISMO.

77. Se llaman *imanes naturales* ciertos minerales de hierro que tienen la propiedad de atraer algunos cuerpos y la de repeler á otros.

Igual propiedad pueden adquirir las barras de hierro y las de acero sometiéndolas á ciertos procedimientos mecánicos ó eléctricos; las de hierro solo temporalmente y las de acero de un modo permanente y tanto á unas como á otras se les dá, en este caso, el nombre de *imanes artificiales*.

Los cuerpos que son atraidos por los imanes se llaman *magnéticos* y *diamagnéticos* los que son repelidos.

El hierro, el acero, el nikel, etc., son cuerpos magnéti-

cos y diamagnéticos la plata, el cobre, el mercurio, el plomo, etc.

78. Polos y línea neutra.—Se ha observado que la fuerza atractiva ó repulsiva no es igual en todos los puntos de una barra imantada sino que es mayor hácia los extremos y principalmente en dos puntos próximos á estos llamados *polos* y que va disminuyendo hasta llegar á ser nula en la sección media que se llama *línea neutra*. Esta propiedad puede comprobarse fácilmente introduciendo una barra imantada en limaduras de hierro, pues se vé que estas se adhieren á su superficie del modo que indica la figura 29.

F. 29

Cuando un imán se divide en varios trozos, cada uno de ellos, por pequeños que sean, es un imán perfecto con sus polos y su línea neutra.

79. Aguja imantada. -Se dá este nombre á una planchuela de acero imantada que generalmente es de forma de rombo muy prolongado.

Si una aguja imantada se dispone de modo que pueda girar libremente en el plano horizontal, uno de sus estremos, siempre el mismo, se dirige al N. y se llama polo Norte y polo Sur al opuesto.

80. Meridiano magnético.—El plano vertical que pasa por los polos de la aguja imantada cuando esta se halla en equilibrio, estando dispuesta para que pueda girar libremente en el plano horizontal, se llama *meridiano magnético*.

81. Acción recíproca de los polos de los imanes.—Si se aproximan uno á otro los polos de dos

imanes, se repelen si son del mismo nombre y se atraen si son de nombre contrario y las atracciones y repulsiones disminuyen á medida que la distancia aumenta.

Esta es una ley general que se expresa diciendo que *los polos del mismo nombre se repelen y se atraen los del contrario.*

Según esta ley y el modo de orientarse la aguja imantada libremente suspendida, se considera á la tierra como un inmenso imán por lo cual, hablando con propiedad, el polo de la aguja que se dirige al N. deberia llamarse polo S. y polo N. al opuesto.

82. Aguja astática.—Se llama así cuando está instalada de tal modo que se halla sustraida á la acción directriz de la tierra. Este resultado puede obtenerse colocando por encima ó por debajo de la aguja otra aguja ó una pequeña barra de acero imantada, de modo que los polos de esta última queden enfrente de los de nombre contrario de la primera.

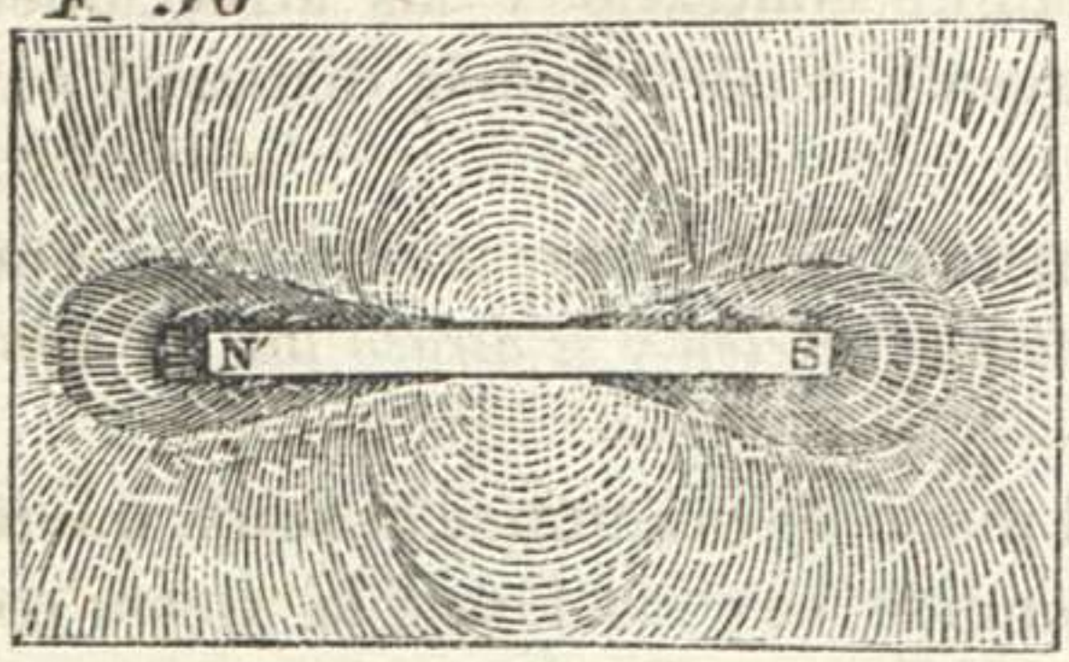
83. Campo magnético. Líneas de fuerza.—Si se suspende de una hebra fina de seda una pequeña aguja de hierro dulce y se va aproximando á los distintos puntos del espacio que rodea á una barra imantada, se observa que siempre se coloca en una dirección fija, pero esta dirección es distinta en cada punto.

Al espacio que rodea á los imanes en el cual se hace sensible su influencia, se le ha dado el nombre de *campo magnético* y las líneas que determinan la dirección en que se ejerce la fuerza en los distintos puntos del campo magnético, se llaman *líneas de fuerza.*

Puede hacerse visible la presencia de las líneas de fuerza colocando un cristal encima de una barra imantada y dejando caer sobre él limaduras de hierro al mis-

mo tiempo que se golpea ligeramente para facilitar los movimientos de las limaduras. La figura 30 indica el resultado y como se vé en ella las limaduras forman curvas que indican las líneas de fuerza que rodean al imán.

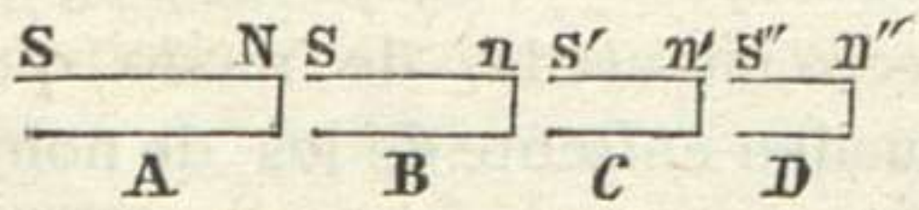
F. 30



84. Imantación por inducción.—Las barras de hierro y las de acero colocadas en el campo magnético de un imán adquieren propiedades magnéticas.

Si por ejemplo en las proximidades del Polo N. de un imán se coloca una barra de hierro ó de acero B, fig. 31, el extremo *s* se convierte en un polo Sur y el *n* en un polo Norte; este nuevo imán puede á su vez convertir en imán á la barra C y esta á la D y así sucesivamente, lo cual explica el hecho de que si de un imán se suspende un cilindro de hierro ó acero, este puede suspender á otro y este á un segundo cilindro y así sucesivamente hasta llegar á cierto límite que depende de la fuerza del imán.

F. 31



Esta clase de imantación se llama *imantación por inducción* ó *por influencia*.

85. En el hierro dulce las *trazas* de magnetismo cesan casi por completo en cuanto se quita de la influencia del imán, por lo que el hierro, cuando es puro, no puede imantarse permanentemente. Cuando es impuro retiene siempre cierta cantidad de magnetismo que se llama *magnetismo remanente*.

El acero no es atraido ni se imanta con la facilidad del hierro, pero una vez imantado conserva la imantación más ó menos tiempo.

La propiedad en virtud de la cual el acero y el hierro, cuando no es puro, pueden retener el magnetismo, se llama *fuerza coercitiva* y se dice por lo tanto que esta es muy grande en el acero y nula en el hierro puro.

86. Diferentes formas de los imanes.—Los imanes artificiales pueden ser rectos ó en forma de herradura.

Estos últimos tienen la ventaja de que se utiliza mejor la acción de los dos polos.

Un imán en forma de herradura, puede considerarse como un imán recto encorvado, de modo que sus dos polos se encuentren el uno próximo al otro.

Un imán *compuesto* se forma uniendo varias láminas de acero imantadas, de modo que queden en contacto los polos del mismo nombre.

* **87.** Imantación por medio del frotamiento.—Todos los procedimientos que se emplean para imantar por este medio, están fundados en que un polo N. puede engendrar un polo S. y vice-versa.

Un imán puede cargarse hasta cierto límite llamado *punto de saturación*, el cual se reconoce generalmente por el peso que puede sostener.

El medio más sencillo, si se trata de imantar una barra pequeña, consiste en frotar ambas mitades de ella con los polos opuestos de un imán; esto es con un polo N. la extremidad que se trata de convertir en un polo S. y con un polo S. la otra, teniendo cuidado de dar las fricciones del centro para las extremidades; esta operación se repite varias veces por las dos caras opuestas de la barra.

Si las barras que se trata de imantar son mayores, se emplean dos imanes en vez de uno y se frotan las dos medias caras á la par partiendo del centro como en el procedimiento anterior y además se apoyan los extremos de la barra sobre los polos contrarios de dos imanes fijos.

Otro procedimiento que parece mejor, consiste en apoyar, como en el anterior, los polos opuestos de dos imanes sobre el centro de la barra que se vá á imantar, pero separados por un taquito de madera y en vez de correr cada uno de ellos hácia un extremo se corren unidos de un extremo al otro.

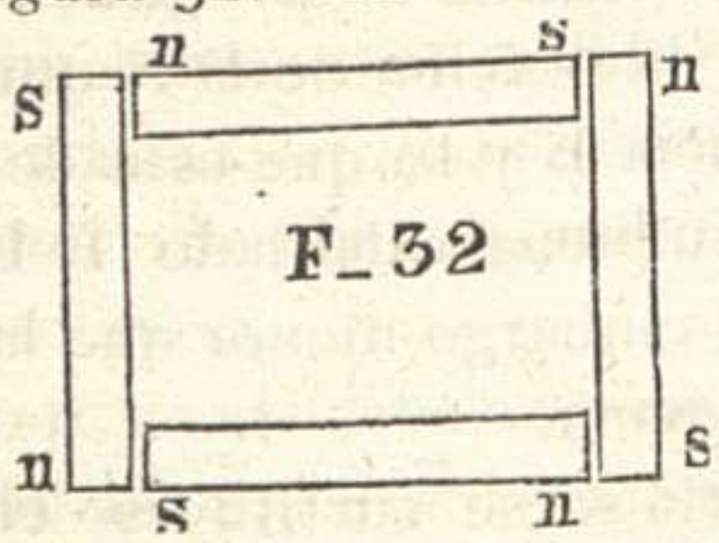
* **88.** Influencia de la tierra.—Armaduras.—Una barra de acero colocada en la dirección del meridiano durante algún tiempo, puede llegar á convertirse, á causa de la influencia de la tierra, en un imán cuyo polo N. será el extremo que permaneció en aquella dirección.

Esta misma influencia puede dar lugar á que se desimante una aguja ó barra de acero, si se la coloca en una dirección contraria á la que ella tendría al estar en reposo si se dispusiese de modo que pudiese girar libremente.

Para evitar esta pérdida del magnetismo, se emplean las *armaduras* que son unas planchas de hierro dulce que se aplican á los polos de los imanes mientras se tienen guardados; de este modo las armaduras se imantan por influencia y á su vez inducen magnetismo en la barra y esta inducción es más poderosa que la que ejerce la tierra sobre ellas.

Si los imanes son rectos, se disponen dos á dos paralelos el uno al otro, de modo que sus polos de nombre contrario estén enfrente el uno del otro y se reunen por dos pequeñas armaduras.

Si son cuatro, pueden disponerse como indica la figura 32. En realidad basta colocarlos en la dirección del meridiano magnético y mirando al N. el polo de este nombre.



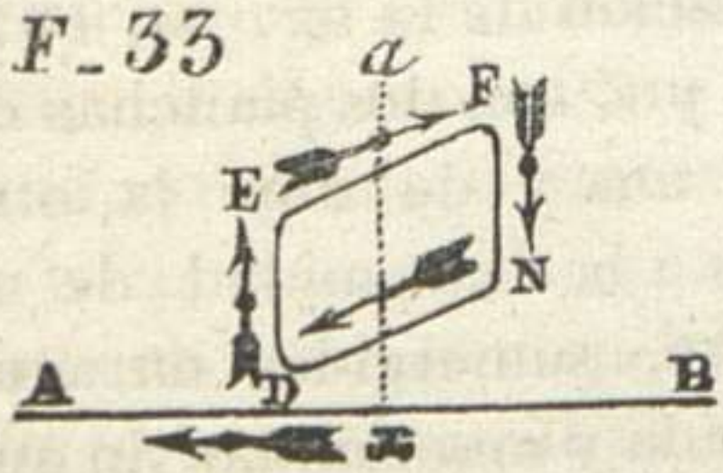
Los imanes de forma de herradura pueden guardarse de dos en dos uniéndolos por sus polos de nombre contrario ó bien poniéndole á cada uno su armadura.

89. Acción de las corrientes sobre las corrientes.—Electro-magnetismo.—Un alambre recorrido por una corriente posee algunas propiedades semejantes á las de un imán. Atrae las limaduras de hierro y atrae ó repele á otros conductores recorridos también por una corriente, según la dirección de ésta.

90. Dos hilos conductores paralelos recorridos por corrientes se atraen si la dirección de estas es la misma en ambos y se repelen en el caso contrario.

91. Si los conductores no son paralelos sino que forman un ángulo, se atraen si la corriente en ambos marcha hácia el vértice ó en sentido opuesto y se repelen si en el uno marcha en un sentido y en el otro en dirección contraria.

92. Si un rectángulo de alambre se coloca sobre un conductor recto y en ambos circulan corrientes en la dirección marcada por las flechas fig. 33, si el rectángulo está dispuesto para que pueda girar sobre el eje *a x* se verá que se coloca en un plano paralelo á A B.



Se comprende que así debe ser porque según lo esta-

blecido (90) la parte E D es atraida hácia A, la F N por el contrario hácia B y ambas tienden á hacer girar el rectángulo en el mismo sentido; la porción de D N que está detrás de A B es atraida hácia B y la que está delante hácia A y aun cuando la influencia del lado E F es contraria á la del D N es sin embargo menor que la de este último por su mayor distancia.

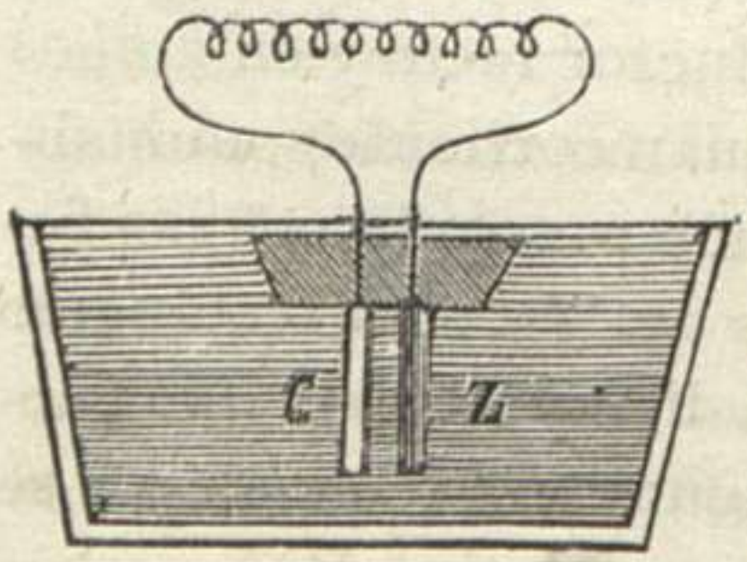
El mismo resultado se obtendria si se sustituyese el rectángulo por un círculo.

93. La tierra ejerce una acción notable sobre las corrientes del mismo modo que la ejerce sobre los imanes y según estén dispuestos los conductores, ó les imprime un movimiento contínuo de rotación ó hace se coloquen en una posición determinada.

Un conductor circular dispuesto para que pueda girar y recorrido por una corriente se coloca siempre en la dirección EO. y de modo que la corriente marche en esta dirección por la parte inferior.

94. Si en lugar de un solo conductor circular de alambre, se envuelve este en espiral, su fuerza directriz al ser recorrido por una corriente será mayor, y mayor también la influencia que ejerza sobre él un conductor por el que circule una corriente.

F 34



Su fuerza directriz puede comprobarse por medio de la disposición de la fig. 34, en la que C y *Z* son dos planchas de cobre una y de *zinc* la otra unidas á la extremidad de un alambre, sumergidas en agua acidulada y mantenidas sin que toquen el fondo por medio de un flotador.

En este caso puesto que los planos de todos los círculos se dirigen de E. á O. bajo la acción de la tierra, el eje común á todos ellos tomará la dirección NS. A los alambres así dispuestos se les dá el nombre de *solenóides* y por su analogía con los imanes se llaman polos á sus extremos.

95. Dos solenóides, se atraen si estando enrollados en el mismo sentido, las corrientes siguen en ambos la misma dirección y se repelen en caso contrario.

El polo en que se convierte cada uno de los extremos del solenoide depende del sentido en que está enrollado el alambre y de la dirección de la corriente.

Si la espiral se forma de modo que la corriente circule por ella de derecha á izquierda, fig. 35, la extremidad

F.35.

unida al polo + de la pila se convierte en un polo N.

Si por el contrario la espiral está formada como un tornillo ordinario de modo que la corriente circule de izquierda á derecha, fig. 36, la extremidad que comunica

F.36.

con el polo + será un polo S.

96. Electro-imanes.—Como hemos dicho, un solenóide adquiere mientras dura el paso de la corriente, las mismas propiedades que un imán. Ahora bien, si en su interior se introduce una barra de una sustancia magnética, esta se imanta y su imantación dura todo el tiempo que la corriente está circulando de modo que su fuerza magnética se une á la del solenóide. A esta com-

binación se le dá el nombre de *electro-imán* y la posición de sus polos depende como en los solenóides de la dirección de la corriente y de la que llevan las vueltas del conductor como se ve en las figuras 35 y 36.

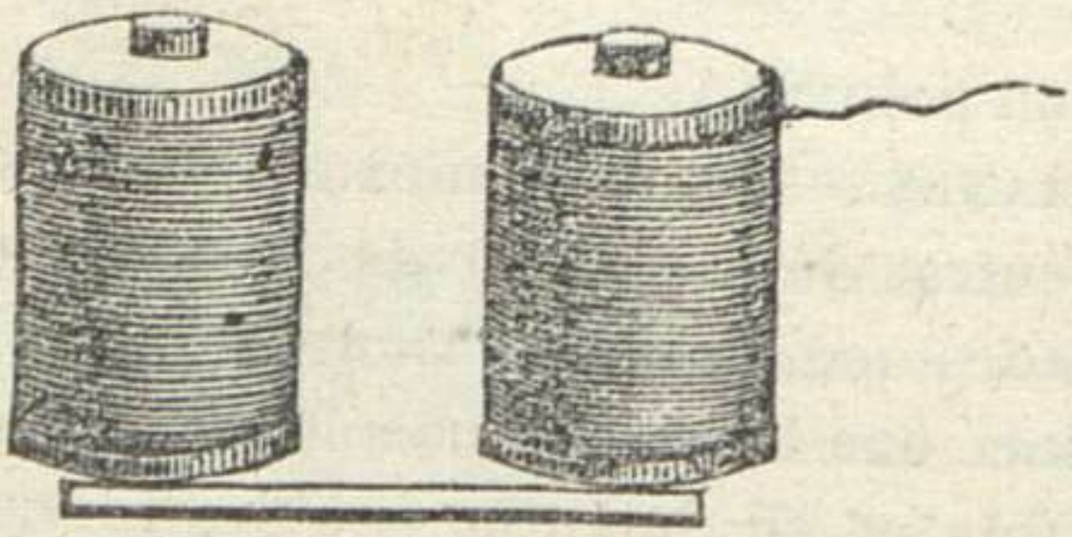
Si la barra es de acero, se imanta lentamente pero conserva su imantación más tiempo. Si es de hierro puro se imanta instantáneamente pero pierde su magnetismo en el momento que la corriente cesa, propiedad qne se utiliza para muchas aplicaciones como son los telégrafos eléctricos, las campanillas, etc.

97. Los electro-imanes pueden ser rectos ó en forma de herradura.

Los primeros consisten en una barra de hierro dulce introducida en un carrete que generalmente es de madera, cartón ó ebonita, sobre el cual se enrolla un alambre de cobre cubierto de seda, algodón ú otra materia aisladora.

Los de forma de herradura consisten en una barra de hierro dulce doblada en forma de U cuyas extremidades se introducen en dos carretes en los cuales el alambre va enrrollado de modo que si se considera la barra derecha las vueltas sigan la misma dirección en ambos.

Fig. 37.



En vez de doblar la barra en forma de U pueden obtenerse con más facilidad é iguales condiciones, uniendo dos electro-imanes rectos por medio de una planchuela de hierro dulce, fig. 37.

98. La fuerza de los electro-imanes depende del número de vueltas del alambre y de la intensidad de la corriente; pero como á medida que aumentan las vueltas la corriente se debilita por el aumento de resistencia, es preciso considerar el circuito en que se introducen.

Cuando la resistencia del circuito es muy grande, deben emplearse carretes con muchas vueltas de alambre fino. Cuando es muy pequeña, carretes con pocas vueltas de alambre grueso.

En general, la máxima fuerza de un electro-imán, se obtendrá cuando su resistencia sea igual á la del resto del circuito en que esté introducido.

99. Sobre las dimensiones de los cilindros de hierro en los electro-imanes de herradura, los constructores de estos aparatos se atienen según Rodriguez (*) á las siguientes medidas: llamando 1 al diámetro, su longitud debe ser 8, la distancia entre los centros 4, el ancho de la planchuela á que se fijan 2, su grueso unos 2[3, su longitud 6, el diámetro de los carretes 3'5 y su altura 7'5.

(*) *La Electricidad y sus principales aplicaciones.*

CONFERENCIA DÉCIMA.

ACCIÓN DE LAS CORRIENTES SOBRE LOS IMANES.—GALVANOMETROS.

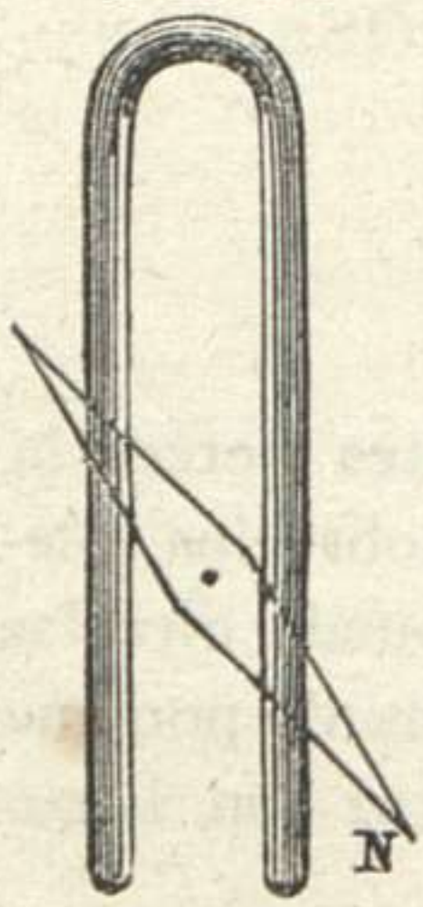
100. Se ha observado que las corrientes ejercen la misma influencia sobre los imanes que sobre los solenoides. Si un imán dispuesto para que pueda girar se aproxima á un conductor rectilineo atravésado por una corriente, tenderá siempre á ponerse en cruz con la corriente lo mismo que un solenoide (94).

La extremidad del imán que se dirige al S cuando está libre para poder girar, es igual al polo del solenoide en el que la corriente, mirándolo de frente, circula en la misma dirección que las manillas de un reloj, ó en otros términos, si el solenoide está formado como un tornillo ordinario y la corriente entra por la punta, ésta, puede considerarse como el polo S de un iman fig. 36.

101. Considerando de este modo un imán, será fácil en todos casos saber la dirección en que se moverá por la influencia de una corriente según la dirección de esta y su posición respecto al imán (92) pero como ayuda de memoria puede servir la siguiente regla establecida por Ampére: *Si se supone un observador colocado en la misma dirección del conductor, de modo que la corriente le entre por los piés y le salga por la cabeza y con la cara vuelta hácia el imán, verá siempre desviarse el polo N. de éste hácia la izquierda.*

Si el conductor en vez de estar colocado sobre la aguja imantada ó por debajo de ella se dispone como se vé en la fig. 38, la acción sobre la aguja será doble pues ambas partes tienden á desviarla hácia el mismo lado; si en vez de una sola vuelta se le dan dos, la acción será de nuevo reforzada y el aumento será tanto más considerable cuanto mayor sea el número de vueltas del conductor, dentro de ciertos límites.

F_38



Si el conductor se cubre de una materia aisladora tal como seda, algodón, etc., de modo que la corriente pueda recorrerlo todo y se enrolla sobre un marco ó bastidor de madera, colocando una aguja imantada suspendida en el centro del bastidor de modo que pueda girar, será fácil hacer que se mueva aun con una corriente débil. A esta disposición se le da el nombre de *galvanómetro*.

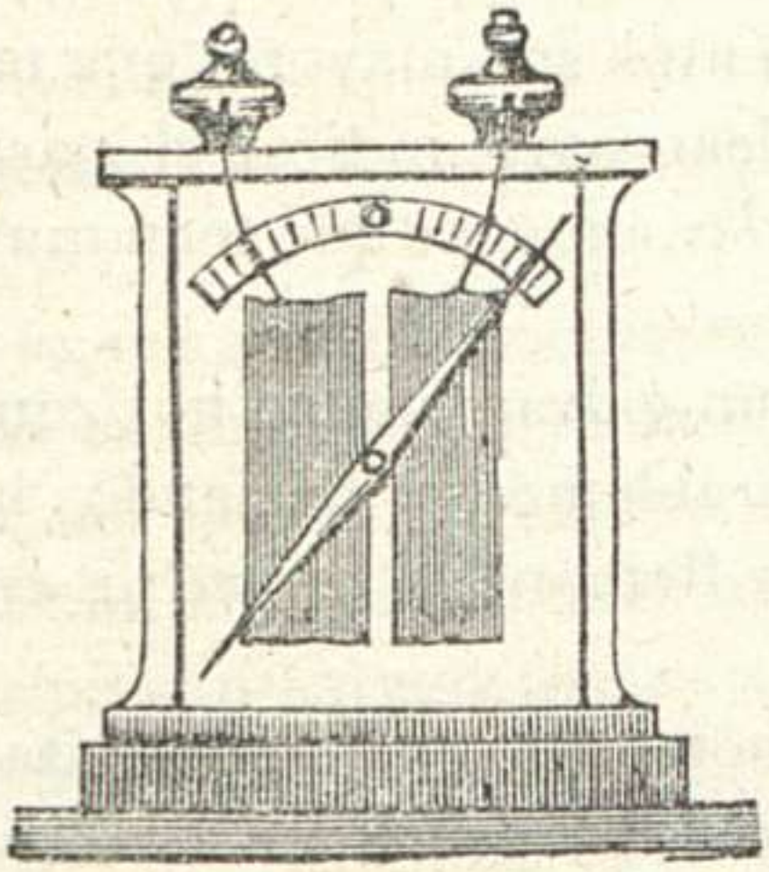
Para saber el ángulo que la aguja forma al desviarse de su posición cuando pasa una corriente por el carrete, se coloca debajo de ella un circulo dividido en grados.

En los galvanómetros el ángulo ó número de grados

que la aguja se desvía, indica la *cantidad* de corriente que pasa por el carrete y el sentido de la desviación dá á conocer la *dirección* que sigue.

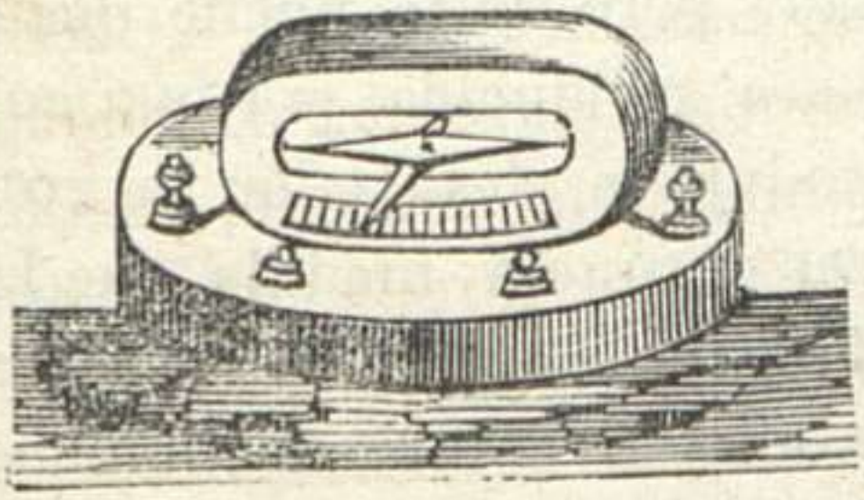
102. Los galvanómetros pueden dividirse en dos clases, verticales y horizontales. En los primeros fig. 39, la aguja se coloca verticalmente y se mantiene en esta posición haciendo que su mitad inferior sea algo más pesada, disponiendo su punto de giro poco más elevado que el centro de gravedad. También puede obtenerse el mismo resultado uniendo la aguja a un índice y poniendo un pequeño peso en la extremidad inferior de este.

F 39



En los segundos fig. 40, la aguja se mantiene en posición horizontal descansando sobre un pinzote ó suspendida por medio de un hilo muy fino.

F_40



103. En los galvanómetros verticales como la aguja por su disposición, no puede girar en un plano horizontal, y además su mitad inferior es algo más pesada que la superior, la acción que ejerce sobre ella el magnetismo terrestre es casi nula, por lo que conviene que las agujas estén imantadas á saturación para que sea mayor la acción de la corriente y sean más sensibles.

En los horizontales esto no es de gran importancia porque á medida que aumenta la imantación de la agu-

ja, aun cuando aumenta la acción que la corriente ejerce sobre ella, como lo influencia del magnetismo terrestre aumenta también y ambas fuerzas obran en sentido opuesto, la sensibilidad del galvanómetro no aumenta.

Los galvanómetros verticales son mucho ménos sensibles que los horizontales, tanto por ser algo más pesada la parte inferior de la aguja, como porque á causa de su posición vertical los rozamientos son mayores que en los horizontales y solo se emplean para indicar el paso de las corrientes no para *medirlas*, á ménos que sean muy fuertes.

104. La sensibilidad de un galvanómetro horizontal, puede aumentar considerablemente haciendo la aguja astática, en cuyo caso se llaman *galvanómetros astáticos.*

105. En todos los galvanómetros que hemos citado, la desviación de la aguja no es proporcional á la corriente mas que hasta los 18° ó 20°; es decir, que si en un mismo galvanómetro obtenemos una desviación de 10° y otra de 20°, la segunda será producida por una corriente doble que la primera, pero no se puede decir que una desviación de 40° sea producida por una corriente doble que la que produjo la desviación de 20°; se comprende que así debe ser porque á medida que la aguja se separa de la posición paralela á la de los hilos de los carretes, se va aproximando á formar con ellos un ángulo recto en cuyo caso el efecto es nulo.

Para poder comparar con estos instrumentos el valor de las distintas corrientes, es preciso formar tablas que indiquen el que corresponde á cada desviación de la aguja.

* **106.** Esto puede hacerse del modo siguiente: Se forma un circuito con el galvanómetro que se trata de

de calibrar, una pila y una resistencia y se ajusta esta de modo que la aguja marque 10° por ejemplo.

Se reduce á la mitad la resistencia *total* del circuito y como $C = \frac{E}{R}$ al hacer $R = \frac{1}{2} R$ tendremos $C' = \frac{E}{\frac{R}{2}}$ ó

$C' = \frac{2E}{R} = 2\frac{E}{R} = 2C$ es decir, una corriente doble que en el primer caso por lo que le daremos el valor de 20°.

Si se reduce esta segunda resistencia á la mitad, la corriente será cuatro veces mayor que en el primer caso, por lo que marcaremos 40° y así sucesivamente.

También puede hacerse empleando *derivadores*, para que por el galvanómetro pase solo una parte conocida de la corriente total.

107. Hay otra clase de galvanómetros que no necesitan calibrarse, llamados de *senos* y de *tangentes*. En los primeros, la corriente es proporcional al seno del ángulo y en los segundos á la tangente del mismo.

108. Es preciso tener presente que un mismo galvanómetro no sirve para toda clase de operaciones, su elección depende del circuito en que se vaya á introducir.

Como la resistencia del galvanómetro forma parte de la del circuito, su introducción disminuye siempre la corriente. Si su resistencia es pequeña con relación á la del resto del circuito, la disminución de la corriente será pequeña, pero si la resistencia del circuito es pequeña y grande la del galvanómetro, la disminución de la corriente será considerable.

En general conviene que la resistencia del galvanómetro sea pequeña, pero como su sensibilidad aumenta

con el número de vueltas del hilo del carrete y á medida que éste es mayor, es mayor también la resistencia, son dos condiciones opuestas una á la otra.

Ahora veremos que para obtener la mayor desviación de la aguja de un galvanómetro, en circuitos de poca resistencia conviene que el hilo del carrete dé pocas vueltas y sea grueso y que por el contrario para circuitos de gran resistencia deben emplearse galvanómetros, cuyos carretes tengan miles de vueltas de alambre fino. Los primeros se llaman galvanómetros de *poca resistencia* y los segundos galvanómetros de *mucha resistencia*.

* **109**. Consideremos un circuito formado por un solo elemento cuya F.E.M. E = 1 volt y su resistencia R = 2 ohms, y un galvanómetro que solo tenga 10 vueltas de alambre grueso en el carrete de modo que su resistencia sea despreciable.

Llamando C á la corriente será $C = \frac{E}{R + g} = 1/2$ y como el poder multiplicador del galvanómetro aumenta con el número de vueltas del hilo y estas son 10 en el que estamos considerando, su efecto sobre la aguja será

$$10 \times \frac{1}{2} = \frac{10}{2} = 5.$$

Con 100 elementos iguales al anterior la F.E.M. poniéndolos en série, será cien veces mayor (65) pero la resistencia aumentará en la misma proporción, de modo que la corriente será

$$C = \frac{100\ E}{100\ R + g} = \frac{100}{100 \times 2} = 1/2$$

es decir, la misma que en el caso anterior y como el carrete es el mismo, su efecto sobre la aguja será 5 lo mismo que antes.

Si sustituimos el galvanómetro por otro cuyo carrete

tenga 1000 vueltas de hilo fino con una resistencia de 5000 ohms, con un elemento solo tendremos:

$$R = 2 \text{ ohms} \qquad g = 5000 \text{ ohms} \qquad E = 1 \text{ volt.}$$

$$C = \frac{1}{5002}$$

corriente tan débil que, aun cuando se multiplique por 1000, número de vueltas, su efecto sobre la aguja será

$$\frac{1000}{5002} = \frac{1}{5}$$ próximamente, ó sea 25 veces menor que con el otro carrete. Pero con 100 elementos se tendrá

$$R = 200 \quad g = 5000 \quad E = 100$$ y por consiguiente

$$C = \frac{100}{5200} = \frac{1}{52}$$

esta será la fuerza de la corriente y su efecto sobre el carrete.

$$\frac{1000}{52} = 20$$ próximamente, efecto cuatro veces mayor que el que se obtuvo con el primer galvanómetro á pesar de ser la corriente mucho menor.

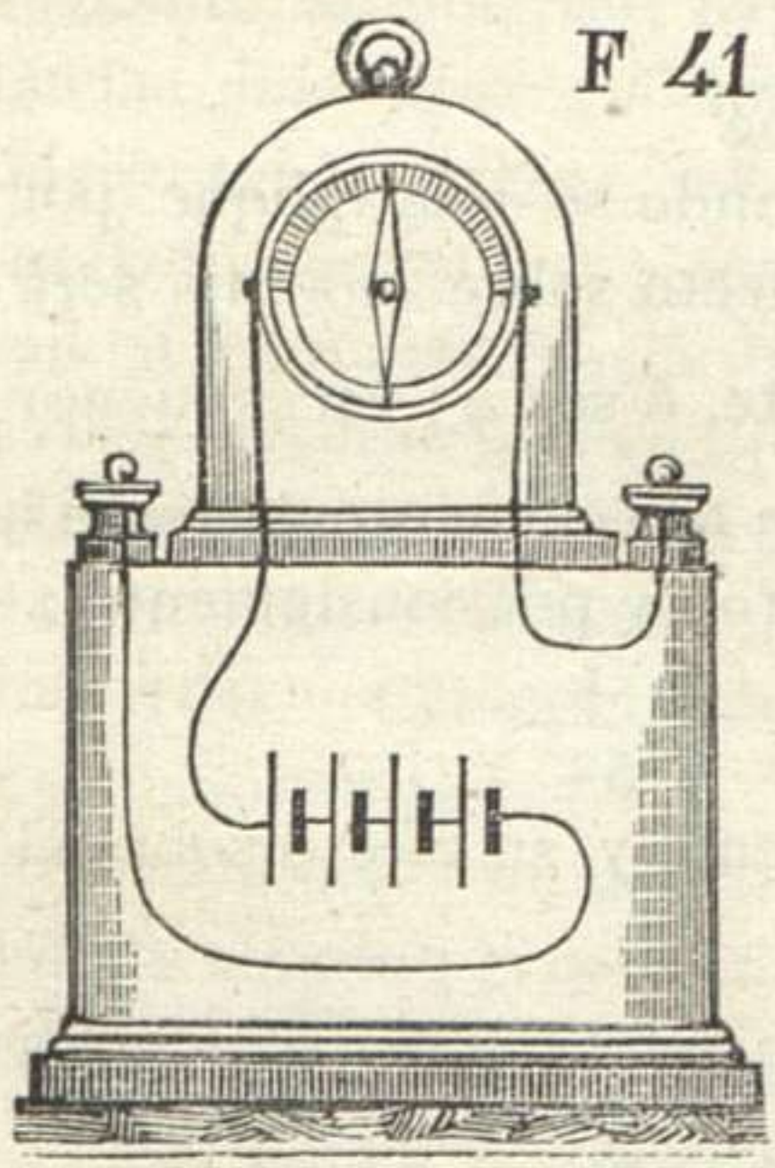
Se ha supuesto en estos ejemplos, que todas las vueltas de hilo del carrete producen el mismo efecto sobre la aguja, lo cual no es completamente exacto, pero es sin embargo bastante aproximado para el objeto de la demostración.

110. Como regla general puede establecerse que la mayor sensibilidad de un galvanómetro se obtiene, dado el sistema de construcción y dimensiones de su carrete, cuando la resistencia del alambre que sobre este se enrolla es igual á la del resto del circuito en que se introduce.

111. Galvanómetro de botes.—Se ha dado este nombre á un galvanómetro destinado á acusar el paso de las corrientes, construido de forma adecuada para poder usarlo en los botes, el cual tiene gran apli-

cación en el servicio de torpedos para probar la continuidad de los cables.

Se compone de una caja de dos cuerpos fig. 41; en el interior va colocada una pequeña pila Leclanché y en el superior un galvanómetro vertical. En la parte superior del primer cuerpo hay dos prensas, la de la izquierda va unida al polo — de la pila y la de la derecha á uno de los extremos del hilo del carrete del galvanómeto; el otro extremo de este hilo se une al polo + de la pila.



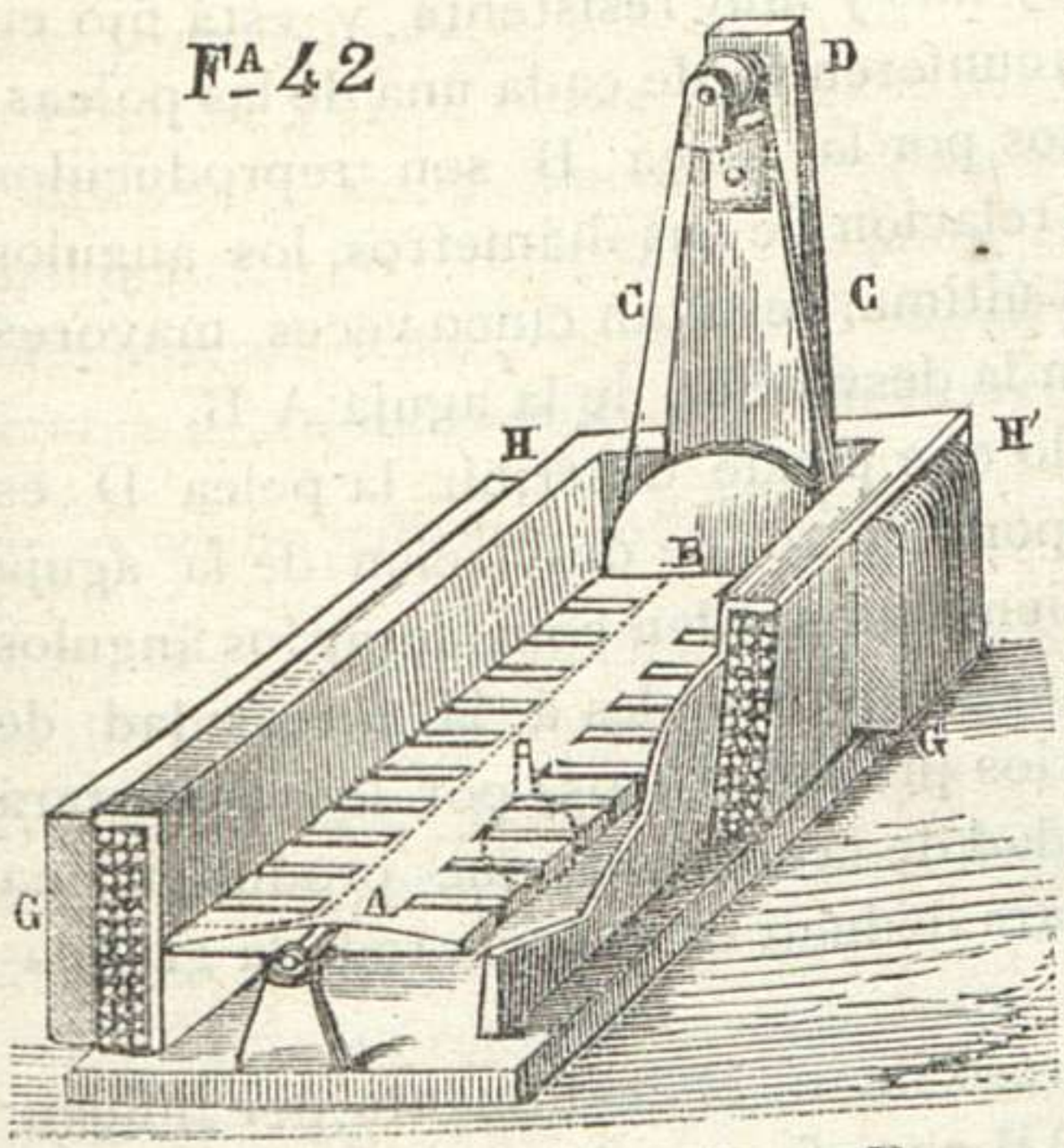
Con esta disposición el circuito está interrumpido entre las dos prensas, de modo que al unirlas por medio de un conductor, si este es contínuo, la aguja se desviará y no se moverá si estuviese interrumpido en algún punto.

112. Galvanómetro de F.E.M. é intensidad. — Hay otra clase de galvanómetros que dán directamente por una simple lectura la F.E.M. ó la intensidad de las corrientes. Su principal aplicación es para los usos industriales, pero pueden ser de utilidad en el servicio de torpedos, principalmente para medir la F.E.M. y la intensidad de las grandes corrientes, producidas por las máquinas destinadas al alumbrado eléctrico.

Hay diferentes clases de estos galvanómetros, de los que solo daremos á conocer el de Marcel Deprés, que por su solidéz, fácil trasporte é instalación y rapidéz y seguridad en sus indicaciones, es muy propio para formar parte del material de defensas submarinas.

A B, fig. 42, es la aguja formada de una lámina de hierro dulce de 10 cm de largo por 3 centímetros de ancho, la cual lleva de trecho en trecho unas incisiones que llegan hasta cerca de su eje y que la dividen en 10 agujas solidarias entre sí.

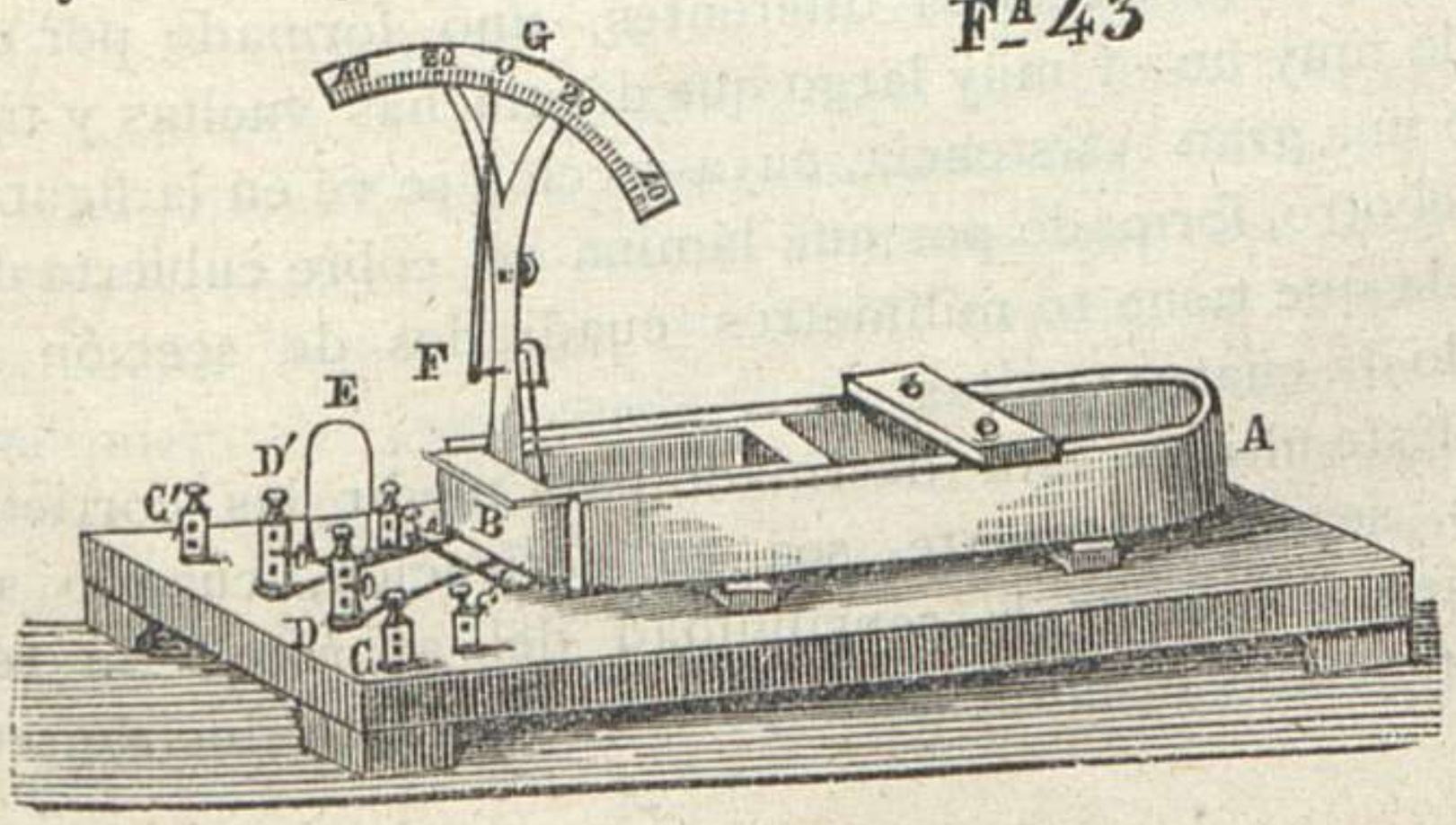
Fª 42



Esta pieza descansa sobre dos cuchillas, una visible en A y la otra situada en B.

B y D son dos poleas ligadas por medio de un hilo C; la primera está fija al eje de la aguja A B y la segunda descansa sobre un eje terminado también por dos cuchillas y á ella por su parte exterior está fija la aguja indicadora, que marca sobre un sector dividido en grados y medios grados, fig. 43.

Fª 43



La polea B tiene 30 m|m de diámetro y la D, 6 m|m. El hilo C C es muy fino y muy resistente y está fijo en un punto de la circunferencia de cada una de las poleas. Los arcos descritos por la polea B son reproducidos por la D y por la relación de sus diámetros, los ángulos descritos por esta última, resultan cinco veces mayores que los que miden la desviación de la aguja A B.

El mayor ángulo que puede describir la polea D es de 50° que corresponde á 10° de desviación de la aguja AB y por consiguiente se pueden considerar los ángulos de desviación como proporcionales á la intensidad de las corrientes que los producen (105) por lo que bastará conocer la intensidad de la corriente que produzca una desviación dada para deducir el valor de toda la graduación.

GH es un poderoso imán, el cual imanta por influencia la planchuela AB cuya forma dentada contribuye á que su imantación sea más enérgica. Esta disposición permite colocar el galvanómetro en cualquier posición, sin temor de que le afecte la influencia del magnetismo terrestre y tiene además la ventaja de hacer que la aguja vuelva á cero rápidamente, en el momento que deja de pasar la corriente, sin ninguna oscilación.

Hay dos circuitos diferentes, uno formado por un hilo muy fino y muy largo que dá muchas vueltas y tiene una gran resistencia, cuya sección se vé en la figura, y el otro, formado por una lámina de cobre cubierta de seda que tiene 10 milímetros cuadrados de sección y solo dá cuatro vueltas.

Este último está destinado para medir las corrientes, sea directamente, sea en derivación, cuando se quiere disminuir la sensibilidad del aparato. Su resistencia es insignificante para que al introducirlo en

un circuito cualquiera, no se altere el valor de la corriente que circule por él.

El circuito de alambre fino sirve para medir la F.E.M. ó diferencia de potencial que exista entre dos puntos cualquiera. Su resistencia es muy grande para que ante ella sea despreciable la del circuito en que se introduzca; de este modo, como la expresión de la corriente, es según sabemos (58) $C = \frac{E}{R + g}$ representando por g la resistencia del galvanómetro y por R la del resto del circuito, tendremos que si R es despreciable ante g, las corrientes que circulen por el galvanómetro serán directamente proporcionales á las F.E.M.s que las produzcan.

La figura 43 representa el aparato completo. A, es el imán que imanta por influencia á la aguja de hierro dulce situada en el interior del bastidor B. C y C′ son los terminales que comunican con el circuito de gran resistencia y son por lo tanto los que deben ponerse en comunicación con los puntos cuya diferencia de potencial se trate de medir; D y D′ comunican con las extremidades de la lámina de cobre.

Cuando la corriente que se trata de medir es muy grande, se unen por medio de un alambre DED′ con objeto de disminuir la sensibilidad del galvanómetro.

La aguja indicadora está representada por FG.

El galvanómetro se gradua de modo que los grados del sector representen al mismo tiempo un número cualquiera de volts (cuando se emplea el circuito de mucha resistencia) ó un número de ampéres diferente del primero (utilizando el circuito sin resistencia.

113. Galvanómetro para los torpederos. —La

fig. 44 indica la disposición ideada por el Teniente de Navío D. Manuel Diaz, con objeto de poder comprobar fácilmente la continuidad del circuito en los torpedos de botalón. A, es el galvanómetro y los extremos del alambre de su carrete van unidos á las prensas T y T'. B es un disco que puede girar y lleva marcadas las indicaciones de fuego y pruebas y en su centro hay un índice fijo; *a a'* son dos planchuelas flexibles de latón fija la primera á la prensa T y la segunda á la pieza *m* que comunica directamente con la T'.

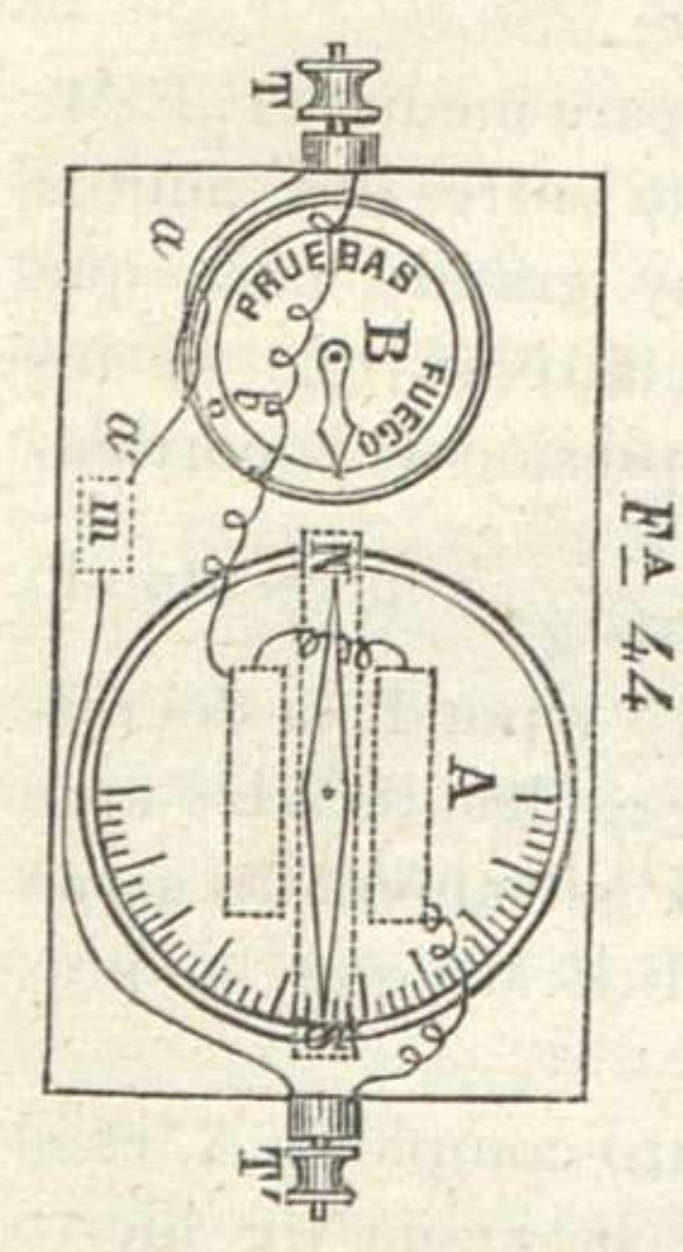


FIG. 44

Introducido el galvanómetro en el circuito cuya continuidad se trata de comprobar, se hace girar el disco hasta que la palabra *pruebas* quede debajo del índice y la corriente pasará de T al galvanómetro y á T', de modo que si el circuito está contínuo, la aguja se desviará, y la espoleta no podrá inflamarse porque la pila que se emplea es incapáz de hacerlo á través de la resistencia del carrete que es de unos 30 ohms.

Cuando se quiera dar fuego, se hace girar el disco hasta que el índice marque fuego, en cuya posición un palillo *b* fijo á la parte interior del disco oprime al muelle *a* y lo pone en comunicación con el *a'* y la corriente pasa de la prensa T á la T' sin atravesar el carrete.

N S es un imán directriz situado debajo del galvanómetro para que la aguja esté siempre en cero, cualquiera que sea la orientación del torpedero.

CONFERENCIA ONCE.

CORRIENTES INDUCIDAS.

INDUCCIÓN POR LAS CORRIENTES.—CARRETES Ó BOBINAS.--INDUCCIÓN POR LOS IMANES. EXTRA-CORRIENTE.

114. Corrientes inducidas.—En 1801 descubrió Faraday que se pueden producir corrientes instantáneas en un conductor, por la influencia de otras corrientes ó por la de un campo magnético.

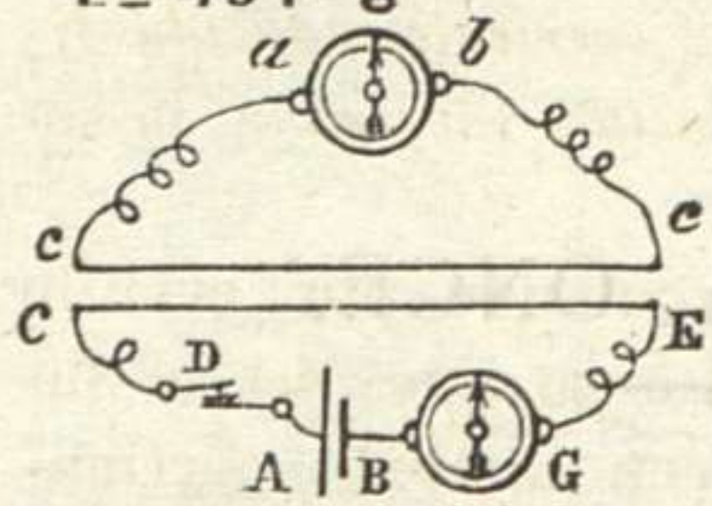
Este importante descubrimiento ha tenido numerosas aplicaciones, entre las cuales, figura en primer término la producción de la luz eléctrica, pues todas las máquinas que se destinan á este objeto están fundadas en él.

Las corrientes producidas por los medios indicados se llaman corrientes *inducidas*, y puede demostrarse su existencia del modo siguiente:

115. Inducción por las corrientes.--Considere-

mos un circuito C A B E C fig. 45, formado por una pila A, un galvanómetro G y un conductor; y que próximo á este haya otro conductor *c e* los extremos del cual estén en comunicación con un segundo galvanómetro *g*.

F.ª 45.



Si se dispone una llave D para poder cerrar ó abrir á voluntad el primer circuito, se observa que mientras esta permanece levantada, no circula ninguna corriente, pero que en el momento de bajarla, la aguja de ambos galvanómetros se desvía; la del primero G continúa desviada mientras permanece cerrado el circuito, pero la del segundo *g*, se desvía en el momento de bajar la llave y después de algunas oscilaciones, vuelve á su primera posición en la que permanece mientras el circuito C A B E C continúa cerrado, lo cual prueba que la corriente en el hilo *c a b e c* es instantánea.

Si se levanta la llave D, el galvanómetro *g* vuelve á acusar el paso de otra corriente instantánea, pues se desvía y vuelve á cero después de algunas oscilaciones.

Estas desviaciones del galvanómetro introducido en el circuito del hilo *c a b e c*, que se llama *hilo inducido*, se repiten cada vez que se abre ó se cierra bruscamente el circuito del hilo C A B E C, llamado *hilo inductor*.

La corriente producida en el hilo inducido en el momento de cerrar el circuito del inductor, se llama *corriente inducida de cierre*, y *corriente inducida de rotura*, la que se produce al interrumpir el circuito.

Comparando en ambos casos las desviaciones del galvanómetro *g*, se observa que las corrientes inducidas, siguen direcciones contrarias una de la otra; la corrien-

te de rotura marcha en el mismo sentido que la inductora y la de cierre en el opuesto, por lo cual también se las designa con los nombres de *corriente inducida directa* á la primera y *corriente inducida inversa* á la segunda.

Si mientras la corriente está circulando por el hilo C A B E C, *aumenta* su intensidad ó se *aproxima* el hilo inductor al inducido, se producen también corrientes inducidas, en la misma dirección que las obtenidas al *cerrar* el circuito; si *disminuye* la intensidad de la corriente inductora, ó se *aleja* el conductor, el efecto es el mismo que el que se obtiene al *abrir* el circuito. La acción es grande cuando los hilos son paralelos y va disminuyendo á medida que se separan de esta posición hasta ser nula, cuando se colocan en ángulo recto.

116. Como resúmen de todo lo expuesto, se han establecido las leyes siguientes:

1.ª *Siempre que experimente una alteración la corriente inductora, se produce una corriente inducida.*

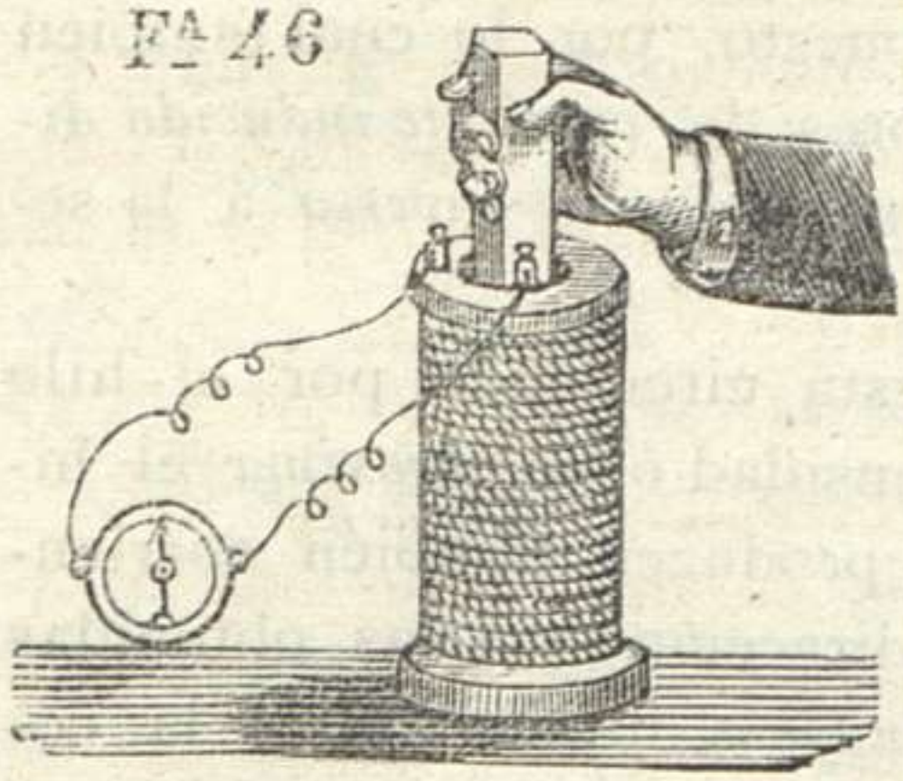
2.ª *La corriente inducida sigue una dirección contraria á la de la corriente inductora, cuando esta se establece, aumenta ó se aproxima y sigue la misma dirección en el caso contrario, esto es, cuando la corriente inductora cesa, disminuye ó se aleja.*

117. Carretes ó bobinas.—En un hilo conductor recto, los efectos obtenidos son débiles y aumentan á medida que su longitud es mayor, y dicho aumento es aun más considerable, si los hilos se enrollan en espiral. En este caso deben aislarse para evitar el que unas vueltas comuniquen con las otras.

En la práctica los conductores aislados, se enrollan sobre carretes de madera, cartón ó ebonita, fi-

gura 46, para poder darles gran longitud sin que ocupen mucho espacio. Los alambres que se emplean son generalmente de cobre rojo recocido, cubiertos de algodón ó seda y de un barniz aislador. Puede emplearse un barniz compuesto de partes iguales de esperma de ballena, estearina, cera y aceite secante; este se dá en caliente sobre cada capa de alambre que se enrolla, por medio de una brocha plana y se espera á que se solidifique para envolver otra capa.

Fª 46



Los hilos inductores son generalmente cortos y de bastante diámetro; los inducidos por el contrario, son muy largos y de menor diámetro.

Con estos carretes ó bobinas, se obtienen efectos análogos á los que hemos considerado, con la diferencia de que las corrientes inducidas que se producen, son mucho más poderosas.

118. Inducción por los imanes.— Sustituyendo el circuito inductor por un imán en los anteriores experimentos, se obtienen las mismas corrientes inducidas.

Experimentalmente puede comprobarse, introduciendo el extremo de una barra imantada en el interior de un carrete cuyo alambre esté en circuito con un galvanómetro figura 46; la aguja de este se desviará en el momento de introducir el imán y el mismo resultado se obtendrá aproximándolo al carrete ó alejándolo bruscamente. También se producirían corrientes inducidas si se alterase la intensidad del imán inductor.

Por analogía con lo que ocurre cuando la inducción es producida por las pilas se llaman, corriente inducida de *cierre* á la que se produce cuando se introduce ó acerca el imán á la bobina y corriente de *rotura*, á la que se origina cuando el imán se retira ó aleja.

119. Si se coloca en el interior de un carrete una barra de hierro dulce, las corrientes inducidas que se producen por la influencia de un imán, son más intensas de lo que serían si la barra no estuviese dentro porque al efecto de la aproximación y alejamiento del imán, se une el de la imantación y desimantación del hierro dulce.

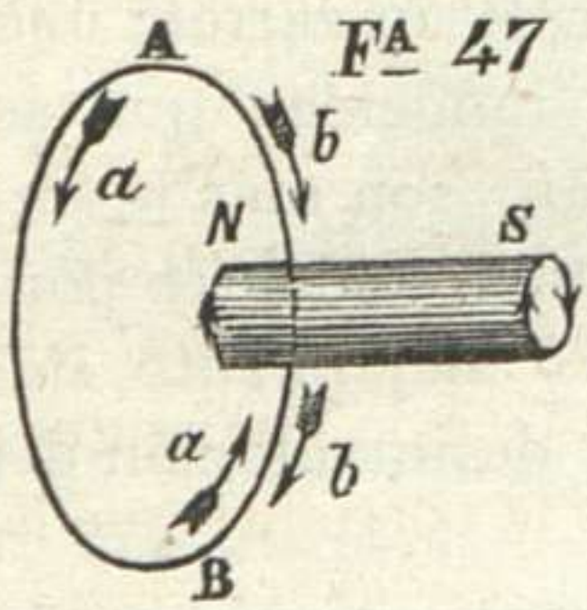
120. Tanto en este caso como en el anterior, se obtendrian iguales resultados si fuese el conductor el que se moviese permaneciendo fijo el imán. En general, si un conductor se mueve en un campo magnético cortando sus líneas de fuerza, se desarrollan corrientes en el conductor: y la F.E.M. que les dá orígen, es proporcional al número de líneas de fuerza cortadas por segundo y por consiguiente á la intensidad del campo magnético, á la longitud del conductor y á la velocidad con que este se mueve.

Para saber la dirección que siguen estas corrientes, tanto en este caso como en los anteriores, basta tener presente que siempre que se produzca una corriente inducida, á causa de la aproximación ó alejamiento de otra corriente ó de un imán ó por el aumento ó disminución de la intensidad de la corriente ó del magnetismo del imán, su dirección será tal, *que se opondrá ó resistirá al movimiento del imán ó de la corriente ó al cambio de intensidad de la corriente ó del magnetismo.*

Esta es una ley general conocida con el nombre de ley de Lenz, que fué el primero que la enunció.

El ejemplo siguiente contribuirá á su mejor inteligencia y podrá ser de utilidad para determinar en cualquier caso la dirección que siguen las corrientes producidas por la influencia de los imanes.

Consideremos un conductor AB fig. 47 y próximo á él un imán NS. Mientras ambos permanecen en reposo, no circulará por el conductor corriente ninguna. Si se aproximan bruscamente, circulará una corriente cuya dirección, según la ley establecida, será tal, que deberá oponerse al movimiento que la produce, es decir que deberá dar orígen á una repulsión entre el conductor y el imán, y teniendo presente que dos corrientes se repelen cuando siguen direcciones contrarias (90 y 91) y que el polo N de un imán puede considerarse igual al extremo de un solenoide en el que circulen las corrientes en dirección contraria á la que siguen las manillas de un reloj (101), se deduce que la corriente que circule en el conductor seguirá la dirección que indican las flechas *a*.



Si en lugar de aproximar el conductor y el imán, se alejasen bruscamente uno de otro, la corriente inducida en AB seguiria la dirección que marcan las flechas *b*.

121. Extra-corriente.—El establecimiento y la interrupción de una corriente en un conductor, no solo produce corrientes en los hilos próximos á él, sino que ejerce también una acción inductriz sobre el mismo hilo que ella recorre llamada *extra-corriente*.

Si los polos de una pila se unen por medio de un alambre corto, en el momento de romper el circuito se observa una chispa muy débil aunque sea grande la in-

tensidad de la pila; pero si la longitud del alambre se aumenta, la intensidad de la chispa será mayor á pesar de haber disminuido la corriente por la mayor resistencia introducida en el circuito, y el aumento será todavia más notable si el alambre va enrollado en espiral porque entonces, cada espira obra por inducción sobre la siguiente.

El aumento que se manifiesta en el momento de romper el circuito, es debido á la inducción que la corriente ejerce sobre sí misma, que dá por resultado una segunda corriente quese llama *extra corriente* la cual sigue, en este caso, la misma dirección que la corriente que la produce.

En el momento de cerrar el circuito, se produce igualmente una corriente en el conductor, pero en dirección *opuesta* á la de la pila.

CONFERENCIA DUODÉCIMA.

MÁQUINAS DINAMO-ELÉCTRICAS (*).

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES.—DESCRIPCIÓN DE LAS MÁQUINAS DE GRAMME, BRUSH, EDISON Y FARMER.

122. La luz eléctrica, es uno de los efectos que, según hemos dicho (55) pueden producir las corrientes, pero la que se obtiene por medio de las pilas, resulta á un precio muy elevado, y además se necesita emplear un número considerable de elementos cuya manipulación, en general, es molesta lo mismo que su entretenimiento.

Por estas razones, en la práctica no se emplean las pilas para este objeto, sino ciertas máquinas fundadas en el descubrimiento hecho por Faraday en 1831 (114).

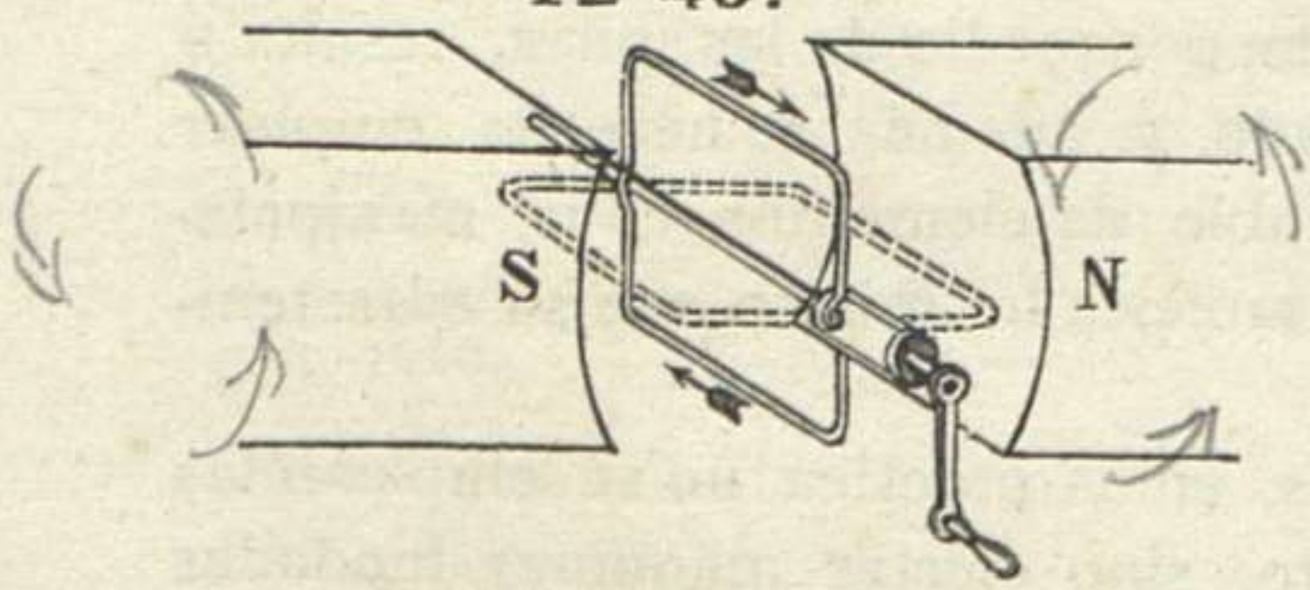
(*) Este capítulo tiene por objeto el que las clases subalternas de la Armada, particularmente los maquinistas que son los llamados en nuestros buques y Arsenales á manejar las máquinas que se destinan á la producción de la luz eléctrica, tengan una idea de ellas, por lo cual, despues de exponer los principios fundamentales, indis-

Según dijimos al tratar de las corrientes inducidas, (120) estas pueden obtenerse por el movimiento de un conductor en un campo magnético y su intensidad, es proporcional al número de líneas de fuerza, que corta aquel en un tiempo dado.

Si en la fig. 47, dispusiésemos el conductor para que pudiese aproximarse y alejarse alternativa y rápidamente del imán ó este, para que pudiese hacer lo mismo respecto al conductor, tendríamos la máquina eléctrica de esta clase, más sencilla que puede idearse, pero es fácil comprender los inconvenientes que tendría dicha disposición.

En primer lugar, el movimiento alternativo, por razones mecánicas, es ménos conveniente que el movimiento circular contínuo, y en segundo lugar, del modo indicado solo se utilizaría la acción de uno de los polos del imán. Ambos inconvenientes pueden evitarse, disponiendo un conductor contínuo de alambre, de modo que pueda girar entre los polos de un imán, fig. 48.

Fª 48.



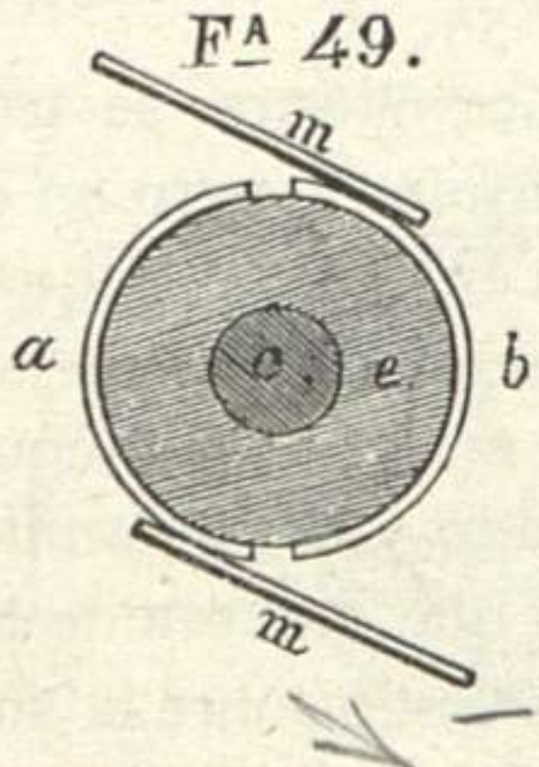
Si el conductor gira de izquierda á derecha, durante la primera media revolución, se desarrollará en él una corriente que según lo establecido (120) seguirá la dirección que marcan las flechas, y la opuesta

---

pensables para su inteligencia, describimos únicamente y sin atenernos á órden alguno, las máquinas Gramme, Brush y Edison, que son las que hasta ahora se han adoptado en nuestro servicio y la Farmer que por sus condiciones es muy apropósito para las operaciones de desembarco.

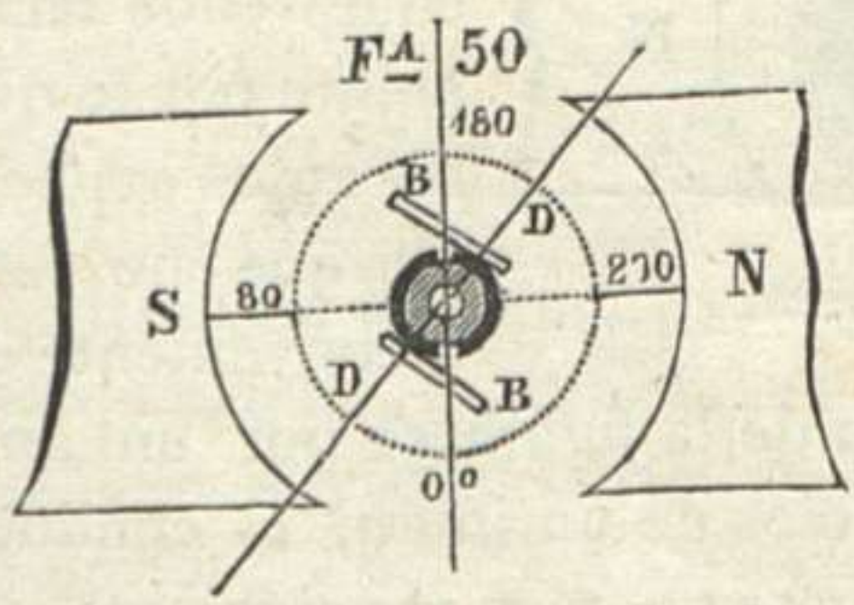
durante la segunda media revolución. Los mismos fenómenos se seguirian reproduciendo si el conductor continuase girando y tendríamos una série de corrientes alternadas.

123. Si se desea que las corrientes sigan la misma dirección en el circuito exterior, es fácil conseguirlo por medio de un *conmutador*, que consiste en un cilindro *e* de marfil, ebonita ó cualquier otra sustancia aisladora, fig. 49, fijo al eje del conductor *o* sobre el cual, se aseguran dos casquillos de metal, *a b* en los que apoyan dos muelles ó escobillas *m*; uniendo los extremos del conductor á cada uno de los casquillos del conmutador, al girar aquel permaneciendo fijas las escobillas, estas apoyarán alternativamente en uno y otro casquillo y si se colocan de modo que el cambio tenga lugar en el momento en que se invierte la dirección de la corriente en el conductor, estas seguirán la misma dirección en el circuito exterior.



Fª 49.

De lo expuesto hasta ahora, se deduce que las escobillas deberían colocarse en los extremos del diámetro vertical, pero en la práctica, por razones que más adelante se indican, (127) se colocan un poco adelantadas en el sentido de la marcha en los extremos del diámetro DD fig. 50, que se llama *diámetro de conmutación*.

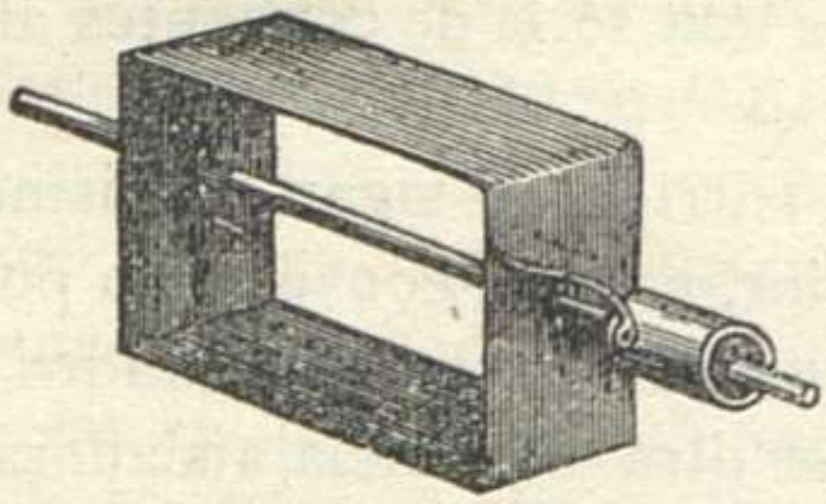


Fª 50

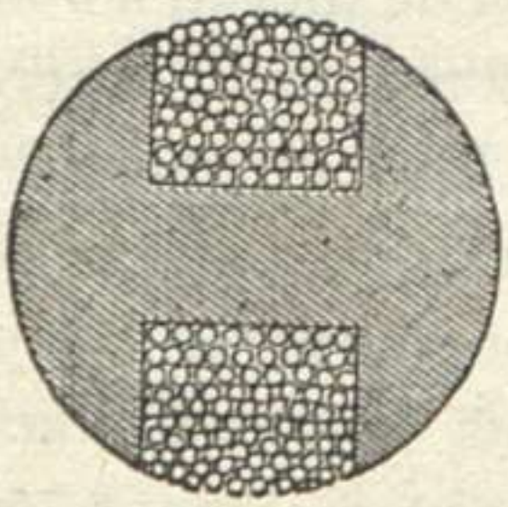
124. Si en lugar de tener el conductor una sola vuelta tuviese varias, fi-

gura 51, la fuerza electro-motriz inducida aumentaría (117) y todavía serían mayores los efectos de inducción si el conductor se enrollase sobre un núcleo de hierro dulce (118) como indica la figura 52, que representa una sección de la armadura ideada por Siemens en 1855.

Fª 51.

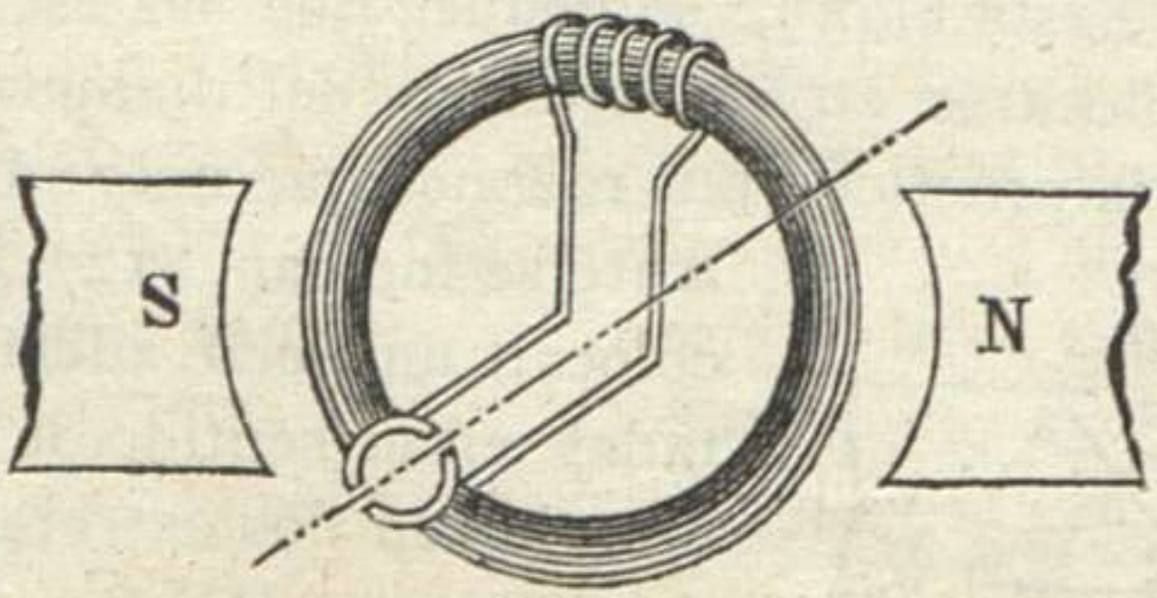


Fª 52



Esta clase de armadura se usó con diferentes máquinas, pero en el día solo se emplea en algunas pequeñas y las más generalizadas son las del tipo Gramme, en las que el conductor está enrollado sobre un anillo de hierro dulce y las del tipo Siemens que difieren de la primitiva en que el conductor está enrollado sobre la superficie de un tambor ó cilindro de hierro y en la disposición del conmutador.

Fª 53.

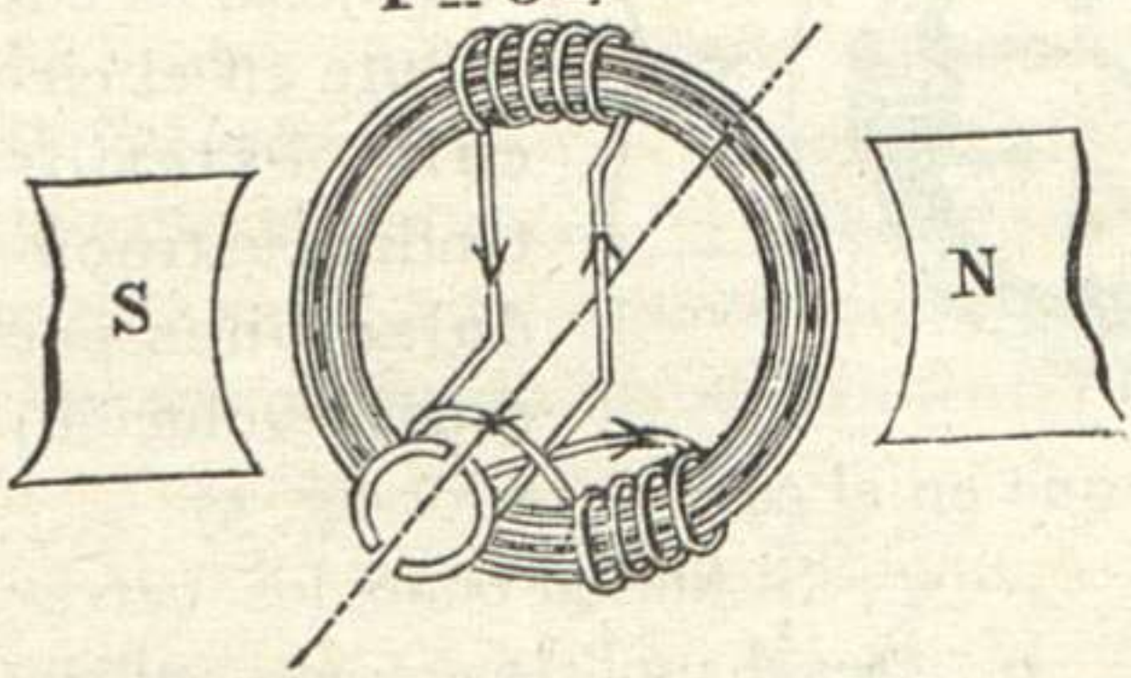


La fig. 53 representa una parte de la armadura Gramme. Se comprende fácilmente por lo que llevamos expuesto, que no hay inconveniente en sustituir el núcleo de hierro de la figura 52 por un anillo. Al girar este entre los polos de un imán, el conductor irá cortando líneas de fuerza y por consiguiente se desarrollará en él una corriente cuya intensidad alcan-

zará su mayor valor al girar el anillo 90° de la posición que ocupa en la figura por ser en esta parte del campo magnético, donde hay mayor número de líneas de fuerza; después irá disminuyendo y al girar 180° cambiará de dirección.

125. Si se coloca sobre el anillo otro carrete que sea exactamente igual al primero y de modo que ocupe una posición dialmetralmente opuesta á él, al girar el anillo, ambos sufrirán igual acción inductriz al mismo tiempo, de modo que sus extremos podrán unirse al mismo conmutador. Si se unen en arco múltiple, figura 54, la F.E.M. será la misma que si hubiese un carrete solo pero la resistencia que ambos, dispuestos de este modo, presenten á la corriente, será la mitad que la de uno solo.

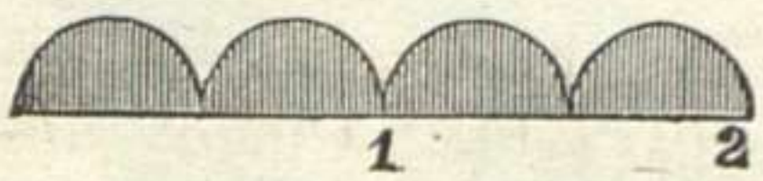
F.ª 54



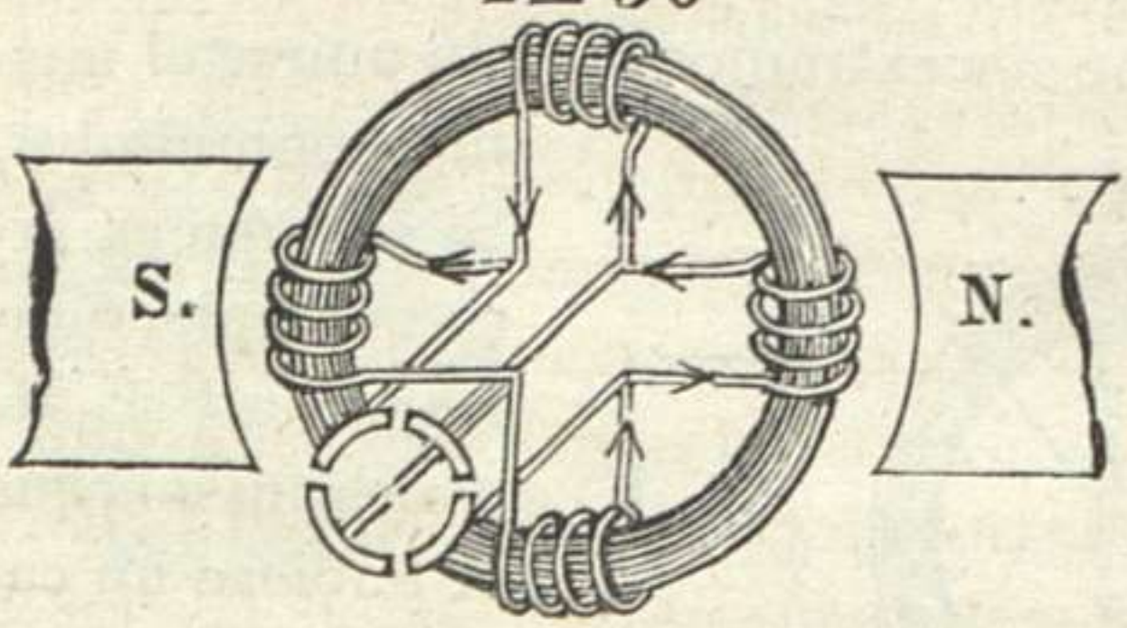
126. Cuando se emplea un conmutador compuesto de dos casquillos metálicos y un solo carrete en la armadura ó dos unidos en arco múltiple, la intensidad de la corriente que circula por el circuito exterior es variable. Al estar los carretes en el diámetro de conmutación la corriente es cero y vá aumentando su valor hasta llegar á ser un máximo, según ya hemos dicho, cuando se encuentren en el diámetro perpendicular al de conmutación, es decir, cuando la armadura ha girado 90° de su posición inicial; á partir de dicha posición empieza á disminuir y vuelve á ser cero cuando la armadura ha girado 180°. Durante la segunda semi-revolución, se pro-

ducen iguales efectos de modo que podría representarse gráficamente la intensidad de la corriente por la fig. 55, es decir que por cada revolución de la armadura, tendría dos ondulaciones. Colocando cuatro carretes en la armadura, fig. 56, de modo que cuando dos estén en la posición más ventajosa, los otros dos ocupen la más desventajosa, la corriente en el circuito exterior tendrá cuatro ondulaciones por cada revolución, pero serán menores que en el caso anterior fig. 57.

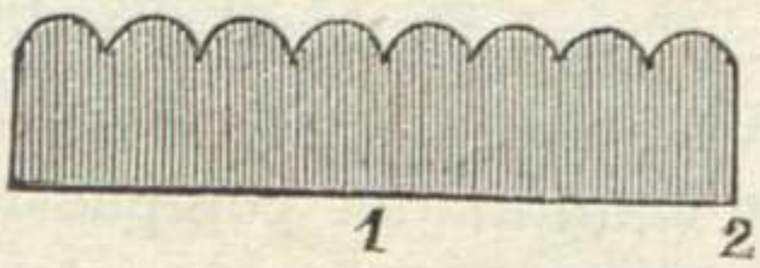
Fª 55



Fª 56

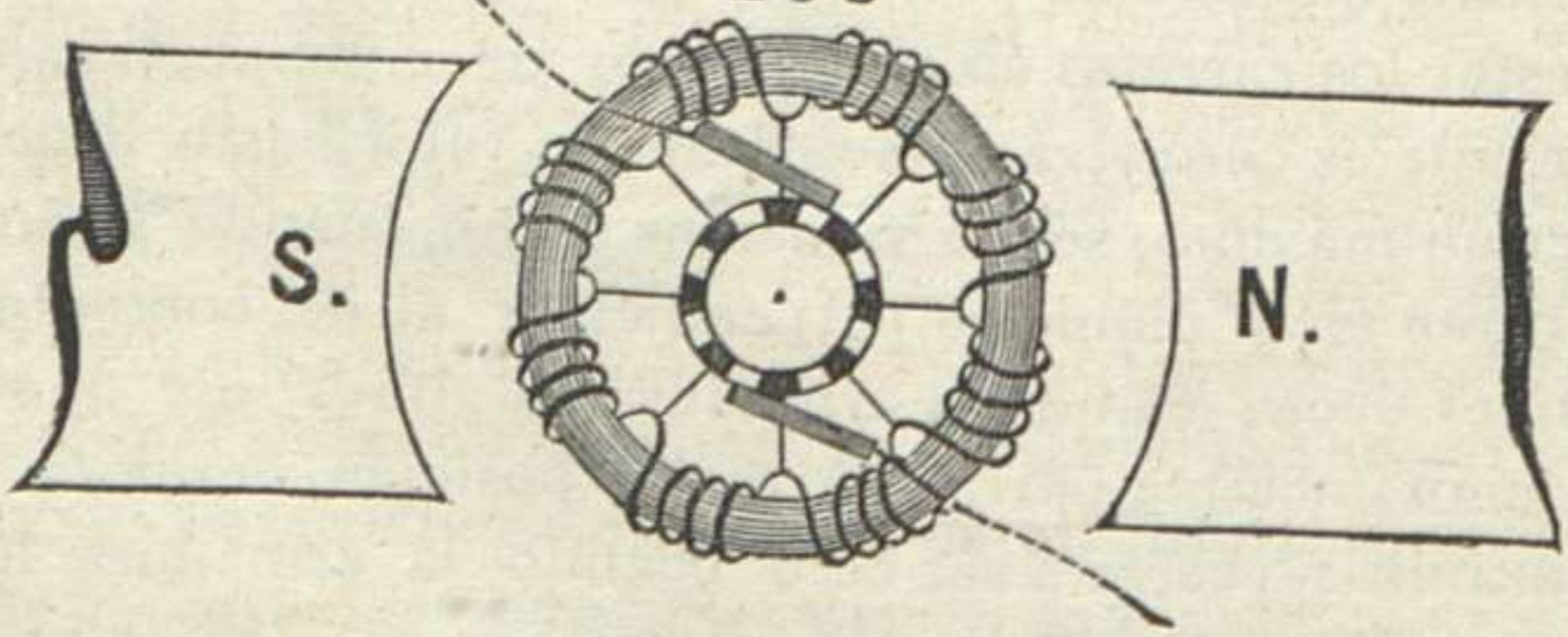


Fª 57



Si fuesen ocho los carretes dispuestos como indica la fig. 58 y ocho el número de partes del conmutador, la corriente tendría igual número de oscilaciones por cada revolución de la armadura, de modo que siguiendo este procedimiento de au-

Fª 58

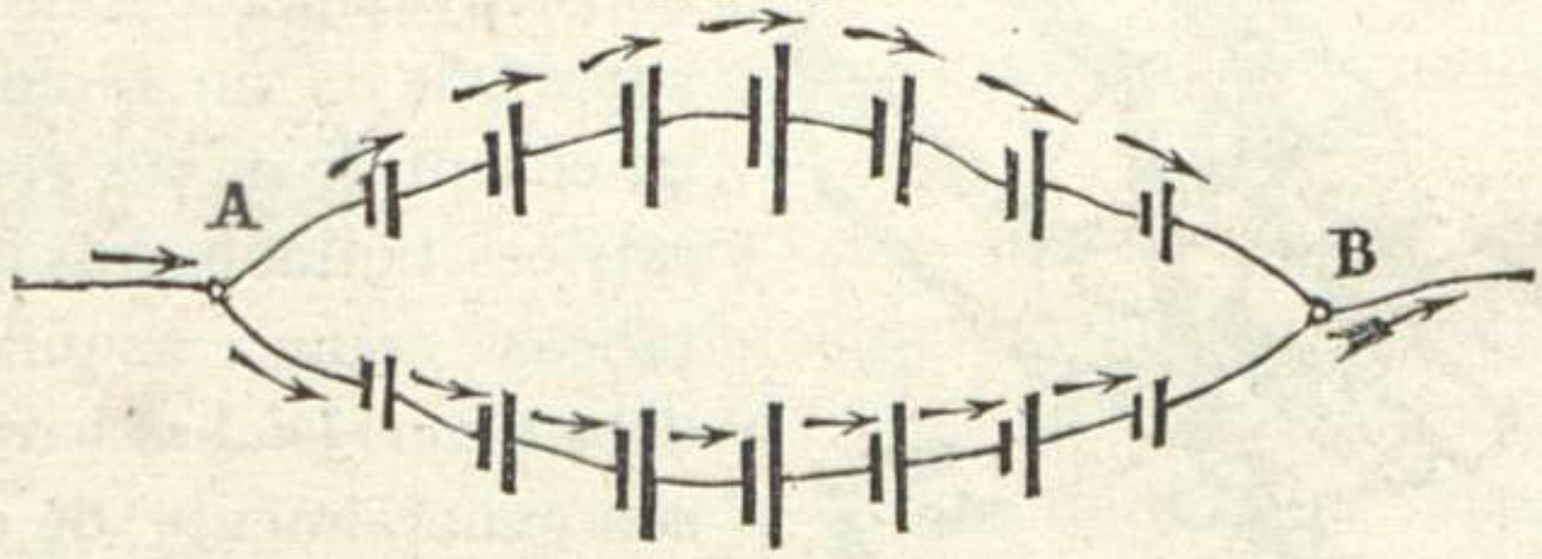


mentar el número de carretes y el de secciones del conmutador, se comprende que es fácil llegar á obtener una corriente en la que las ondulaciones sean tan lijeras que prácticamente pueda considerarse como uniforme.

Sea cualquiera el número de carretes que se empleen, la corriente seguirá una dirección en todos los que estén situados á una banda del diámetro de conmutación y la opuesta en los que estén en la otra.

127. La intensidad de los efectos de inducción será distinta en cada carrete según la posición que ocupe con relación á los polos del imán. La inducción irá aumentando á medida que se aproxime á ellos é irá disminuyendo conforme se separe y como los carretes están unidos en série, el resultado será el mismo que al unir de este modo varios elementos de distinta F.E.M. fig. 59, de modo que disponiendo las escobillas en los

FIG. 59



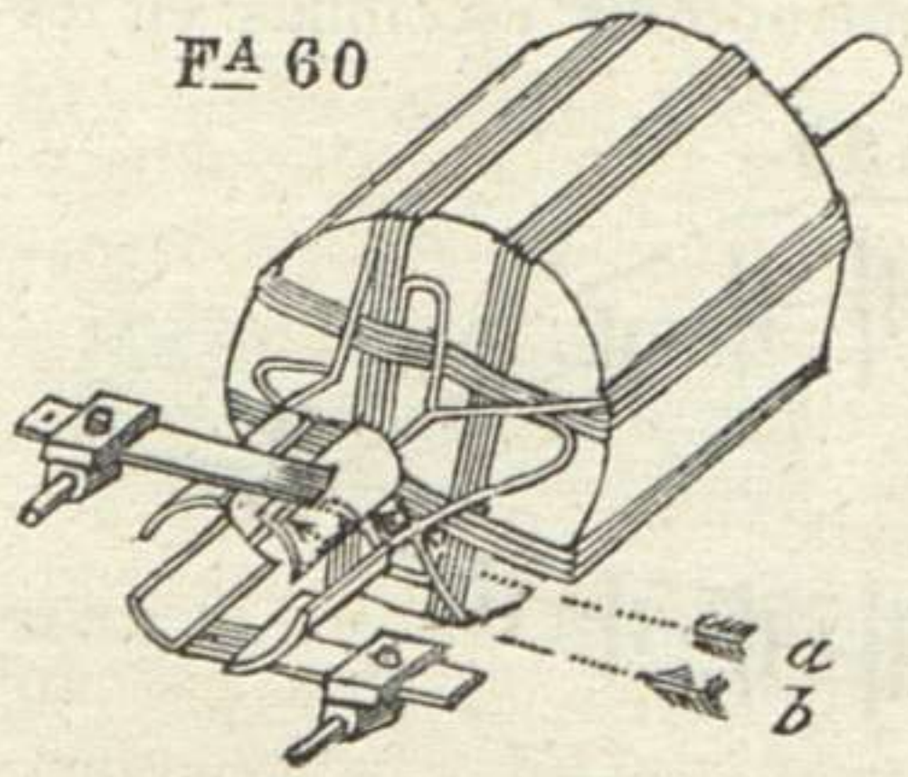
puntos A y B, que corresponden al diámetro de conmutación, pasará al circuito exterior la corriente producida por los distintos carretes de la armadura. El caso es el mismo que al unir dos pilas en arco múltiple.

Una vez construida la máquina, la posición del diámetro de conmutación depende de la velocidad de rotación de la armadura. Los imanes inducen en ella dos polos de nombre contrario á los suyos y las reacciones que tienen lugar entre unos y otros al girar aquella, ha-

cen que varíe la dirección de las líneas de fuerza y por consigueinte la del diámetro de conmutación cuya posición resulta siempre adelantada en el sentido de la marcha y tanto más, cuanto mayor es la velocidad, por eso las escobillas deben adelantarse en el mismo sentido, según hemos dicho (123).

La posición de estas es por consiguiente variable y en la práctica se determina por tanteos, y se conoce que están en la que deben ocupar, cuando no saltan chispas entre ellas y el colector, ó por mejor decir, cuando saltan pocas y de poca intensidad porque en absoluto, es imposible evitar que salten algunas.

Las mismas consideraciones que hemos hecho respecto á la armadura del tipo Gramme, fig.ª 58, pueden hacerse respecto á la del tipo Siemens, fig.ª 60.



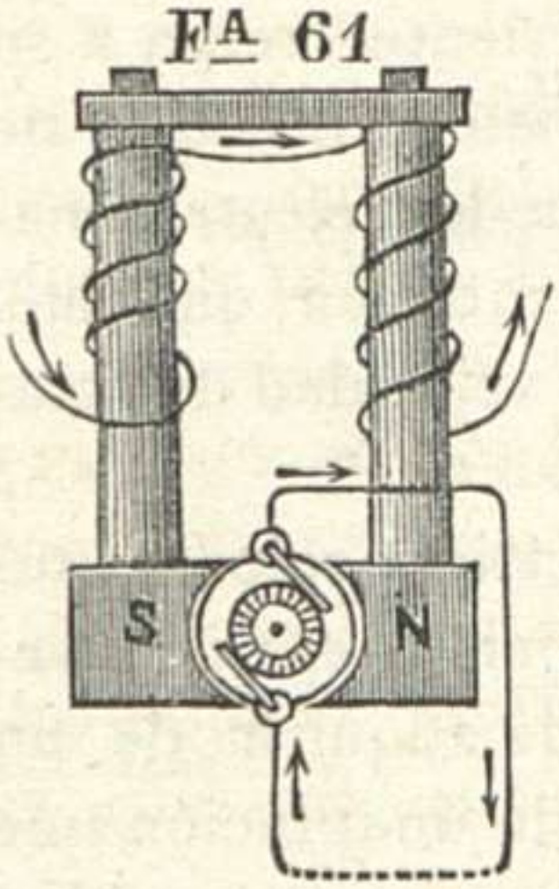
FA 60

En la práctica el conmutador ó colector se construye fijando sobre la superficie de un cilindro, en el sentido de sus generatrices, tantas barras metálicas como casquillos deba tener. Dichas barras son generalmente de cobre pero conviene más que sean de bronce fosforado para que se gasten ménos por el roce de las escobillas, y necesitan estar perfectamente aisladas unas de otras.

128. Cuando el campo magnético en que gira la armadura es producido por uno ó varios imanes permanentes, las máqninas se llaman *magneto-eléctricas* y *dinamo-eléctricas* cuando se empleen electro-imanes en vez de imanes permanentes.

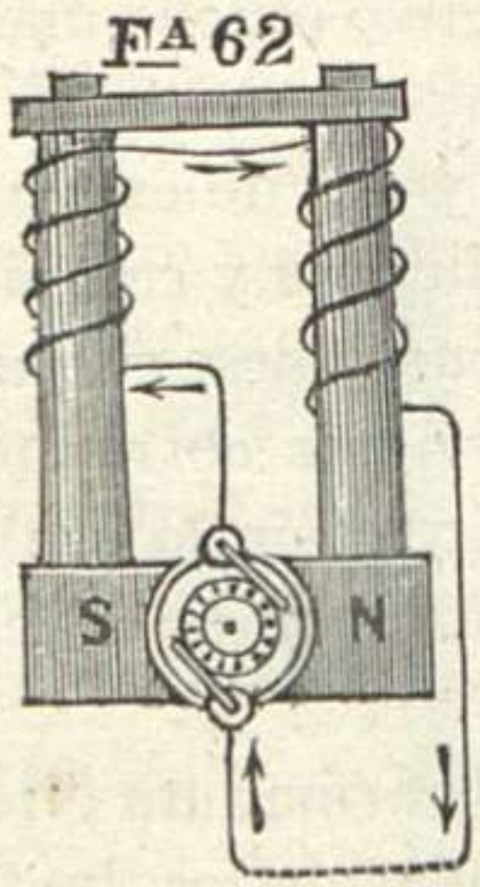
En estos últimos, la corriente necesaria para excitar los electro-imanes, puede provenir de otra máquina ó de una pila, ó bien puede utilizarse la que produce la misma máquina.

Fª 61



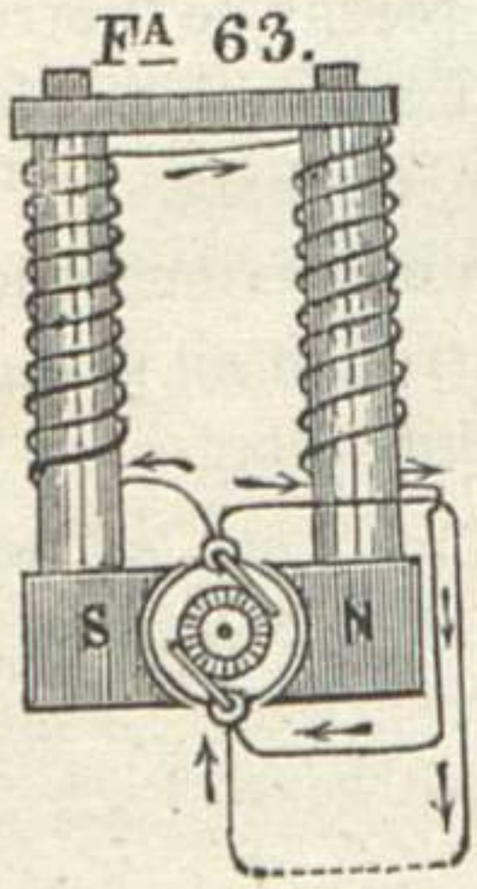
En el primer caso, fig. 61, se llaman de *excitación independiente* y en el segundo, *excitadas en série* ó en *derivación*, según se dispongan los electro-imanes en série ó en arco múltiple con el circuito exterior, figuras 62 y 63.

Fª 62



129. El funcionamiento de las máquinas cuando se emplea la corriente que ellas mismas producen para excitar los electro-imanes, está fundado en que, el hierro cuando no es puro una vez imantado conserva siempre cierto grado de imantación (85).

Fª 63.



Según esto, si después de construida la máquina se hace pasar una corriente por los electro-imanes, quedarán ya imantados aun cuando aquella cese y al girar la armadura se encontrará en iguales condiciones que en una máquina magneto-eléctrica en la que los imanes fuesen muy débiles.

La primera corriente que se genere será, por lo tanto, muy débil, pero al hacerla pasar por los electro-imanes, en dirección conveniente, au-

mentará su imantación; este aumento de intensidad en el campo magnético hará que la corriente crezca á su vez; la intensidad del campo magnético aumentará de nuevo y así sucesivamente hasta que los electro-imanes alcancen el máximo grado de imantación que puedan adquirir, dada su capacidad y la velocidad de rotación de la armadura.

130. Las máquinas magneto-eléctricas solo se emplean en algunos casos especiales. Tienen el inconveniente de que como el acero, no puede adquirir de un modo permanente el mismo grado de imantación que temporalmente puede adquirir el hierro, á igualdad de volúmen, producen un campo magnético mucho más débil que las dinamo-eléctricas.

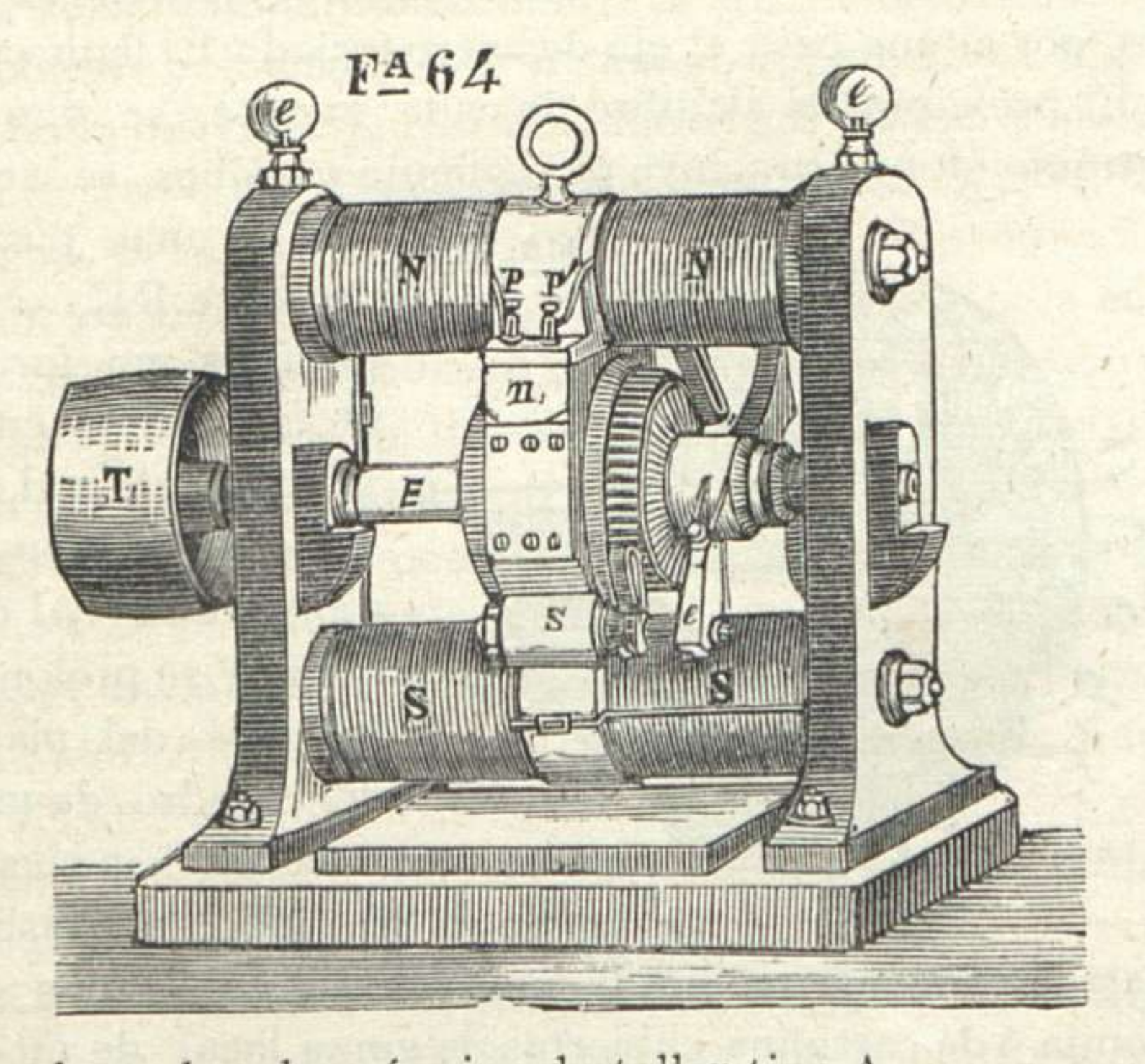
Las máquinas de excitación en série y las de excitación en derivación, son las más generalizadas y combinando estas dos disposiciones, puede conseguirse el que produzcan una diferencia de potencial ó una corriente constante, aunque varíe la resistencia exterior, lo cual, es de gran interés cuando se aplican al alumbrado eléctrico.

En todas las máquinas conviene que la armadura gire lo más próxima que sea posible á los polos de los imanes, por lo cual, terminan estos en unas piezas de hierro llamadas *piezas polares*, que tienen una forma adecuada para conseguir dicho objeto. Figuras 61, 62 y 63.

El núcleo de hierro de las armaduras no conviene que sea contínuo, para evitar que se desarrollen en él corrientes por la influencia del campo magnético.

Descripción de las máquinas dinamo-eléctricas de Gramme, Brush, Edison y Farmer.

131. Máquina Gramme.—Esta máquina se ha construido bajo muy distintas formas y una de las más generalizadas, es la representada en la fig.ª 64, conocida



con el nombre de máquina de taller tipo A.

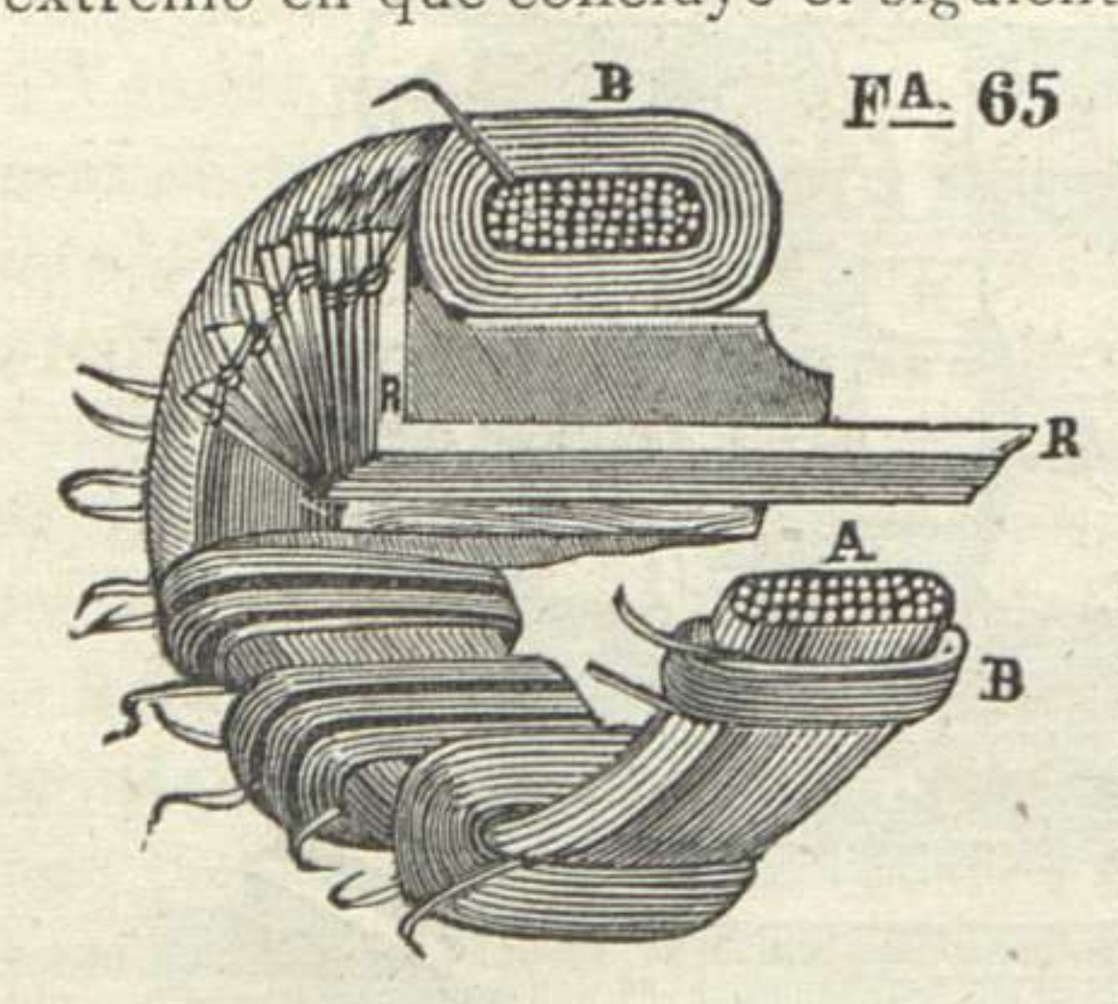
Se compone de dos electro-imanes N S á cuyos polos del mismo nombre, que están opuestos, van unidas las piezas polares *n s*, entre las cuales gira la armadura.

La fig.ª 65, representa una parte de dicha armadura

dispuesta para que puedan verse fácilmente los distintos elementos de que se compone. El núcleo A, es un anillo formado por alambres de hierro muy dulce; al construir la máquina se marcan sobre él tantos sectores como carretes deba tener la armadura, que en el modelo de que nos estamos ocupando es de 60; sobre cada sector se enrolla un alambre de cobre bien aislado y sus extremos se dejan fuera.

En el hueco cilíndrico que dejan los carretes B, formados de este modo, se introduce un cilindro de madera dura perfectamente torneado con un agujero en el centro, por el que pasa el eje de acero forjado E figura 64.

El principio del alambre de cada carrete, se une al extremo en que concluye el siguiente y ambos se sueldan á unas piezas de cobre RR..... figura 65, en forma de escuadra, cuya rama paralela al eje está alojada en la parte central del anillo y se prolonga más allá del plano del cilindro de madera. Dichas piezas de cobre se aislan unas de otras por medio de unas láminas delgadas de ebonita ó de cartulina cubiertas de goma laca, de modo que el cilindro formado por sus prolongaciones y por las planchuelas de sustancia aisladora, tiene sus generatrices alternativamente de cobre y de dicha sustancia y sobre él apoyan las escobillas.



FA. 65

Estas escobillas son unas planchuelas formadas por

alambres de cobre soldados por uno de sus extremos; se introducen en un armazón de metal *e* figura 64, dispuesto para recibirlas y para poder aproximarlas ó alejarlas del colector.

En uno de los extremos del eje vá fijo un tambor T que sirve para hacer girar la armadura por medio de una correa puesta en movimiento, generalmente, por una máquina de vapor; *e*, *e* son dos lubricadores.

Esta máquina es de excitación en série; la corriente pasa de una de las escobillas á la parte inferior de los electro-imanes, después recorre la parte superior del de la izquierda y termina en la prensa P, de esta vá á la P′ á través del circuito exterior, recorre la parte superior del electro-imán de la derecha y termina en la otra escobilla.

En las máquinas de este tipo construidas por la casa Breguet el número normal de revoluciones es de 900 en un minuto; su F. E. M. 90 volts, su resistencia 1'14 ohms. y produce una luz de 500 Cárcel.

En Barcelona se construyen máquinas Gramme que se han clasificado con distintas letras según sus dimensiones electricas, las cuales deben formar parte del material foto-eléctrico, con arreglo á lo dispuesto en R. O. de 13 de Febrero de 1884.

La tabla núm. 1, indica los principales datos de dichas máquinas.

132. Máquina Brush.—Esta máquina fig.ª 66, difiere principalmente de la Gramme, en la construcción de la armadura y en la disposición del colector.

El núcleo de hierro de la armadura fig.ª 67, tiene practicadas varias muescas en las que se enrollan los carretes *b*, que están formados con alambre aislado de cobre. Tiene además varias canales circulares *cc*... con objeto

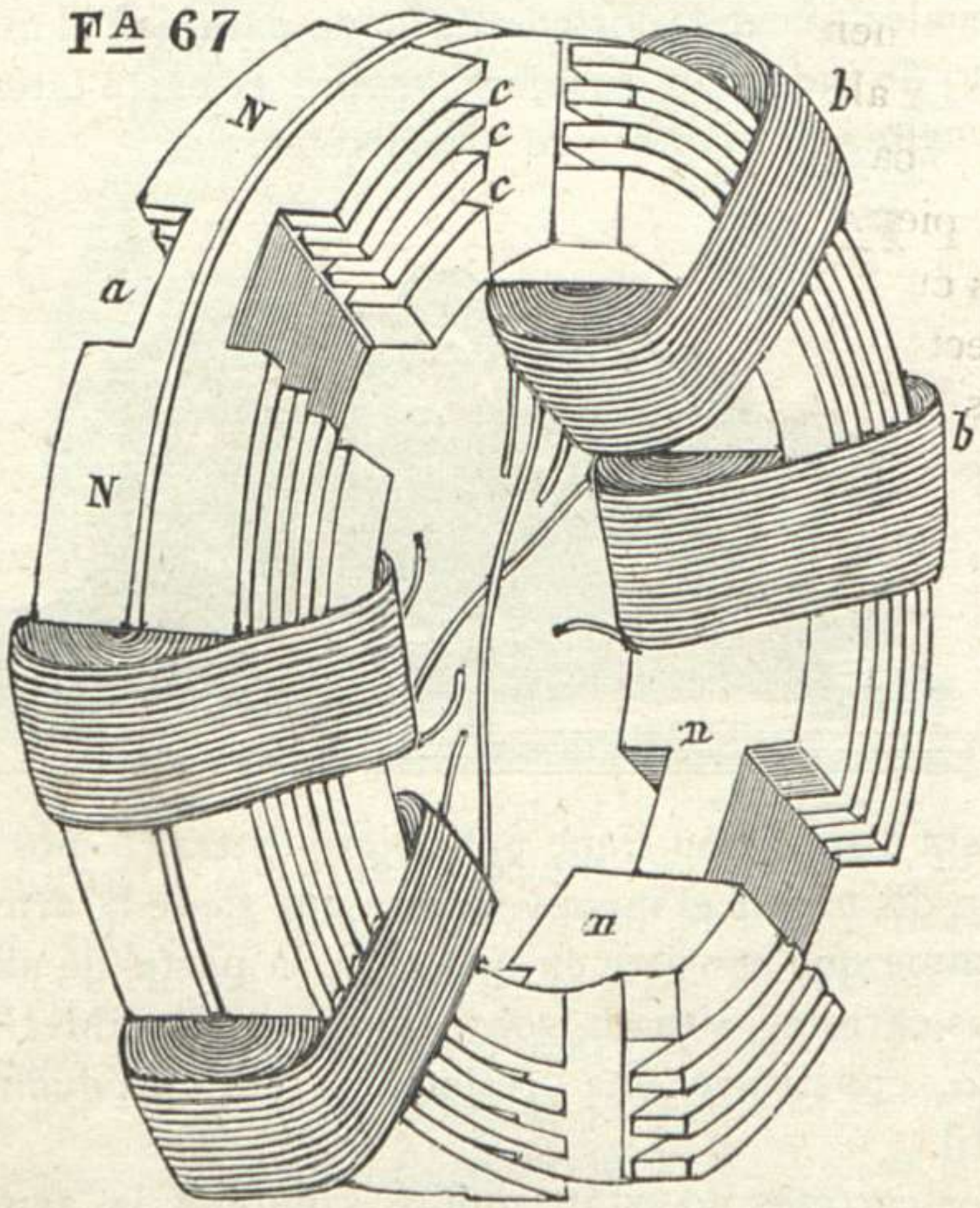
TABLA NÚM. 1.

	Pesos e kilógs.	Revoluciones por minuto.	Caballos absorvidos.	Alcance medio próximo. — Metros.	Resistencia en Ohms de		Fuerza electro-motriz en Volts.	Intensidad en Amperes.	Resist.ª del arco de Ohms.	Id. del conductor en Ohms
					Las bobinas	Los electro-imanes.				
Máq.ª dinamo-eléctrica DQ de una luz de 4,000 cárcel.	1,000	475	12	5,000	0'178	0'246	96	70	0'774	0'173
Máq.ª dinamo-eléctrica CHCT de dos luces de 1,600 cárcel cada una.. . . .	780	675	10'5	Una 3,400 Doble 4,200	0'120	0'288	89	70	0'629	0'240
Máq.ª dinamo-eléctrica AHA de dos luces de 600 cárcel cada una.. . . .	370	880	5'50	Una 2,500 Doble 3,600	0'330	0'238	85	42	1'213	0'240
Máq.ª dinamo-eléctrica AG de una luz de 600 cárcel.	185	820	2'75	2,500	0'656	0'458	80	24'5	1'867	0'350
Maq.ª dinamo-eléctrica M de una luz de 200 cárcel.	73	1,600	1'75	2,200	1'374	3'716	90	13'5	1'445	0'127

de evitar se desarrollen en él corrientes por la influencia del campo magnético y sirven también para que presente más superficie de enfriamiento.

En las primeras máquinas, el núcleo de la armadura

F.ª 67

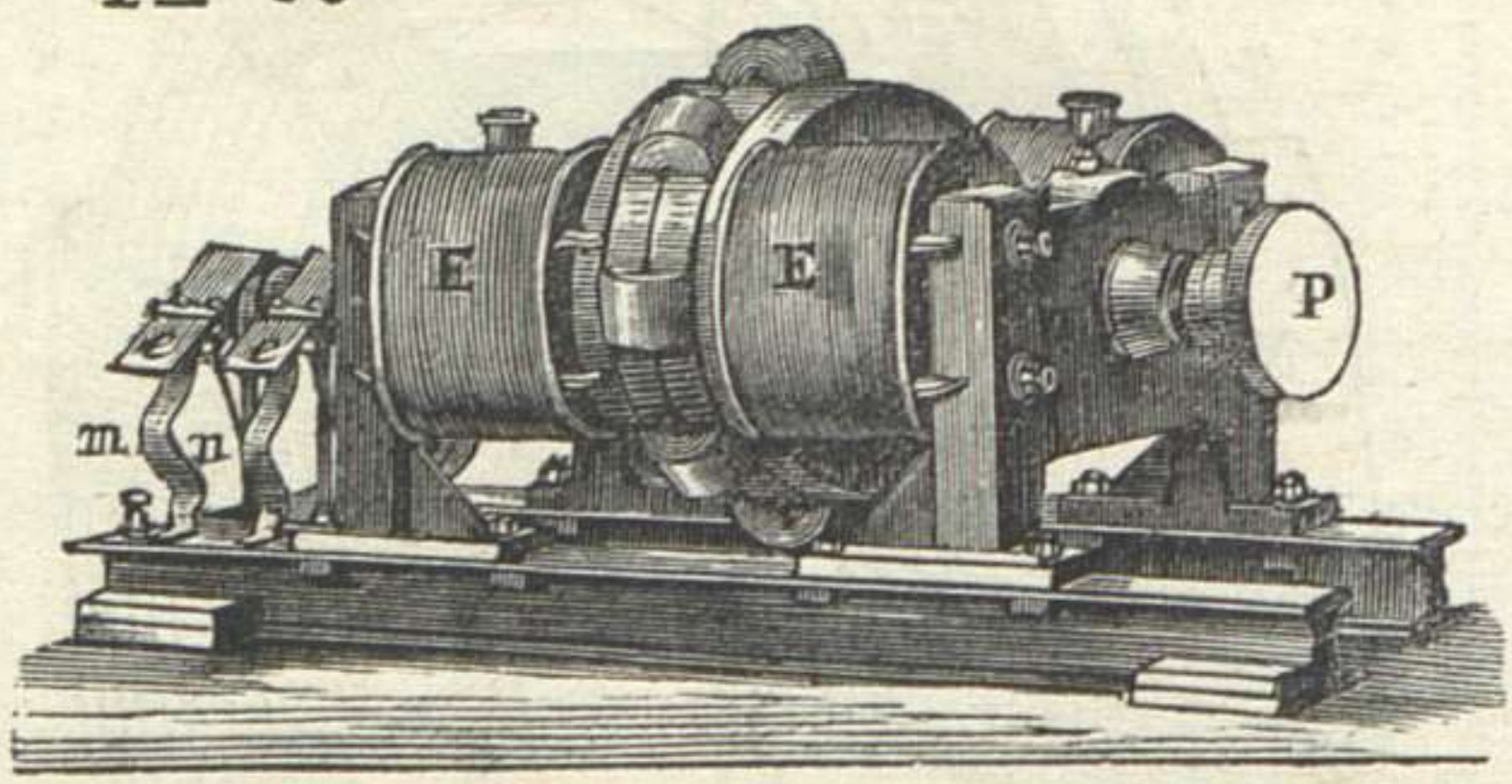


era de fundición, pero en las que se construyen actualmente, está formado por una tira ó plancha estrecha de hierro enrollada en espiral, fig.ª 68, y para formar las muescas que tenía la primitiva para enrollar los carretes, lleva introducidas entre vuelta y vuelta unas planchuelas también de hierro H.

Entre las diferentes máquinas de esta clase que se

construyen, las dos más generalizadas son, una que pueda alimentar 16 lámparas de arco, fig. 66, y otra que pueda alimentar 40. La armadura de la primera lleva ocho carretes y la de la segunda doce. Va alojada entre las piezas polares de dos poderosos electro-imanes EE, las cuales tienen la forma adecuada para que el máximo efecto de inducción se ejerza sobre la parte lateral de las vueltas de alambre de los carretes.

Fª 66

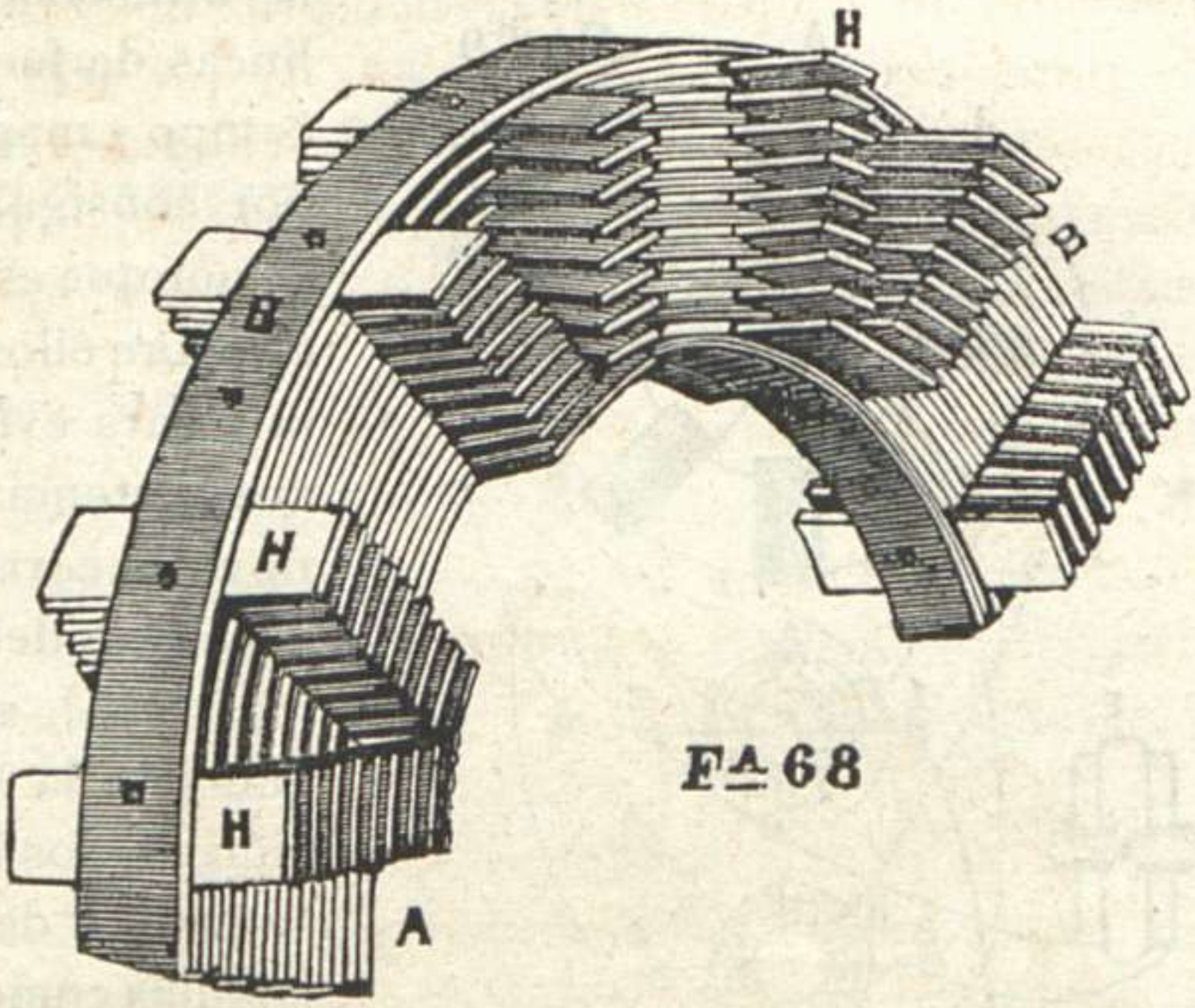


Esta disposición tiene por objeto evitar, ó por mejor decir, disminuir el inconveniente que tiene la armadura Gramme que consiste en que toda la parte de alambre de los carretes, situada sobre la superficie interior del anillo, constituye una resistencia sin producir efecto útil.

Los carretes no están unidos como en la armadura Gramme, formando un circuito contínuo, sino de dos en dos fig. 67, cada uno con su opuesto y los extremos libres de cada par van á unirse á un conmutador, de modo que hay tantos de estos como pares de carretes tiene la armadura.

Los conmutadores están fijos al eje de la armadura, pero aislados de él. Cada par de conmutadores fig. 69,

forma como uno doble y está separado del otro par. Á dos de los casquillos de cada par de conmutadores van



Fª 68

unidos los extremos libres de los alambres dedos carretes y á los otros dos casquillos del mismo par, los de los otros dos carretes que ocupan en la armadura una posición normal á la de los primeros.

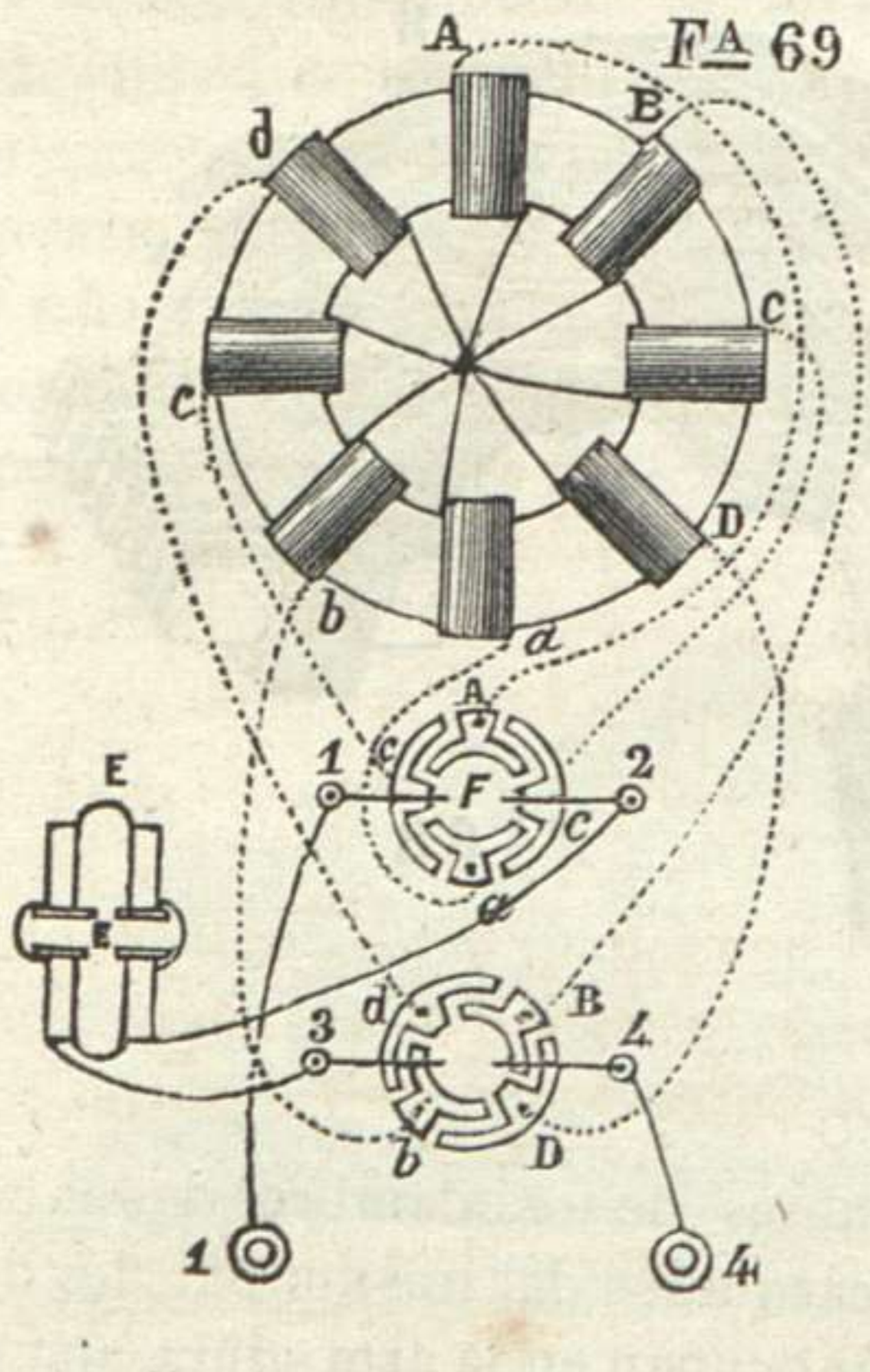
Las escobillas *ee* fig. 66, que son unas planchuelas de cobre en forma de peines, apoyan sobre los conmutadores y pueden establecer contacto con dos casquillos á la vez.

La fig. 69 es un diagrama de la máquina en el que se han puesto aparte los electro-imanes E E y los conmutadores F con objeto de que puedan verse con claridad las conexiones y pueda comprenderse fácilmente su acción.

Los extremos interiores de los alambres de los carretes A*a*, B*b*, C*c*, y D*d*, están unidos dos á dos y los exteriores van á unirse á los casquillos de los conmutadores del modo que indica la figura.

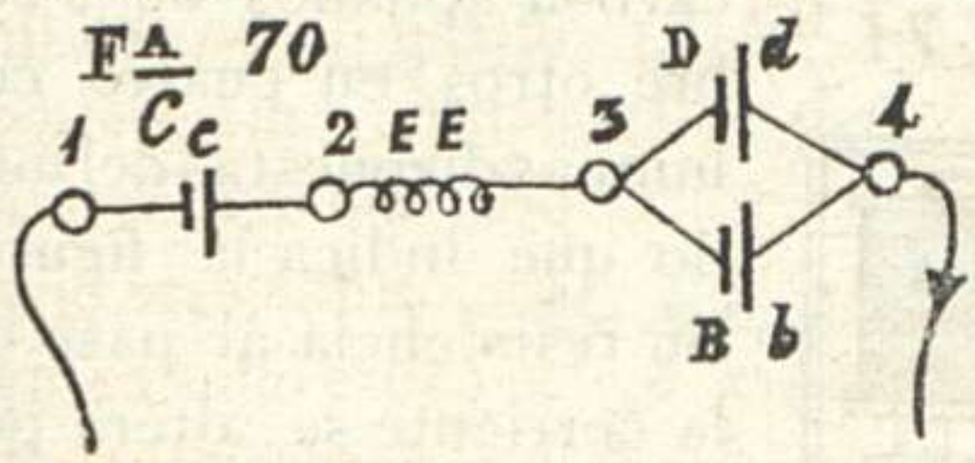
En la posición que en esta ocupa la armadura, los ca-

rretes A*a* son los situados en el plano perpendicular á la dirección de las líneas de fuerza del campo magnético, por consiguiente la acción que este ejerce sobre ellos es nula y para evitar que su resistencia disminuya la corriente se eliminan del circuito, lo cual, se consigue por la disposición de los conmutadores y de las escobillas como puede verse en la figura en la que los casquillos A*a* correspondientes á dichos carretes quedan sin ninguna comunicación.



Cuando la armadura gire un octavo de vuelta, como los conmutadores están unidos al eje, girarán también la misma fracción de vuelta; las escobillas 1 y 2 apoyarán sobre los casquillos A*a* y C*c* á la vez, las 3 y 4 sobre los B*b* y quedarán aislados los D*d* correspondientes á los carretes D*d* que son los que en este caso ocupan la posición más desventajosa. Cuando la armadura gire otro octavo de vuelta quedarán fuera de circuito los carretes C*c* y el resultado final será, que en cualquier posición de la armadura pasará al circuito exterior la corriente producida por seis de los ocho carretes quedando fuera de circuito los otros dos al ocupar la posición más desventajosa.

Considerando cada par de carretes como un elemento voltáico, el circuito que recorre la corriente puede representarse por el diagrama, fig. 70.



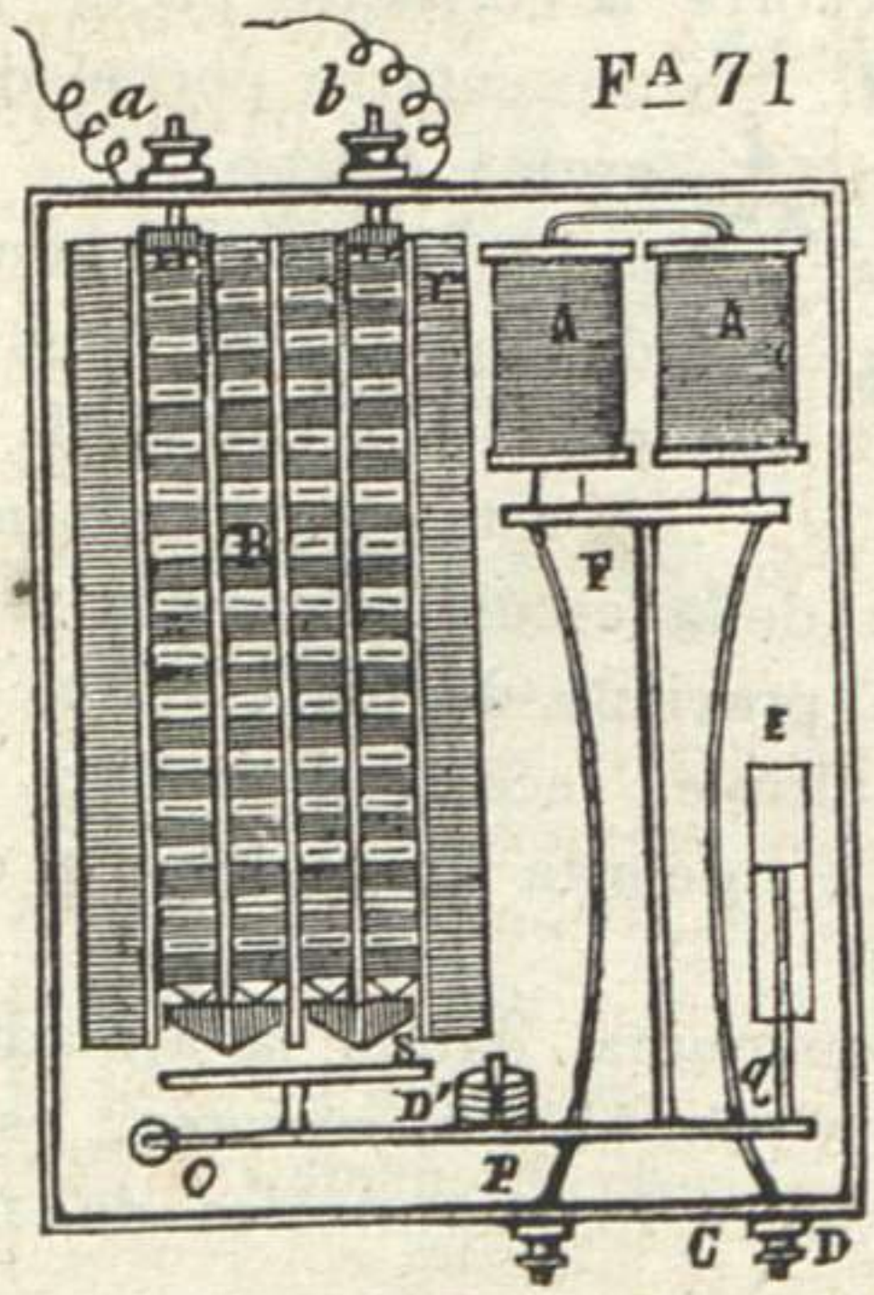
La corriente producida por los carretes C*c* pasa á la escobilla 2, de esta á los electro-imanes E E y de aquí á la 3; de la escobilla 3 pasa á la 4 reforzada por la que proviene de los carretes D*d* y B*b* unidos en arco múltiple, recorre el circuito exterior y va á la escobilla 1 y de esta á completar el circuito.

La F. E. M. de esta máquina, dando la armadura 750 revoluciones, que es la velocidad de régimen, es de 839 volts y la resistencia entre los terminales de 10,5 ohms.

Para imprimir dicha velocidad á la armadura, estando en circuito las 16 lámparas, se necesita una máquina de 15 caballos.

133. Como hemos dicho, estas máquinas pueden alimentar un número determinado de lámparas y conviene adoptar una disposición, por medio de la cual, se consiga el poder apagar cualquier número de ellas sin que las demás dejen de funcionar en buen órden y sin necesidad de disminuir el número de revoluciones de la máquina. Esto se consigue automáticamente en el alumbrado por el sistema Brush por medio del regulador representado en la fig. 71. Consiste en dos carretes AA unidos en série y formados con alambre de poca resistencia. Están dispuestos de modo que al pasar por ellos una corriente puedan absorver más ó ménos, según la intensidad de esta, la cruceta F unida á la palanca D

que gira sobre el punto O. R son una série de discos de carbón apilados unos sobre otros en cuatro columnas dispuestas del modo que indica la figura. Su resistencia al paso de la corriente se altera por la presión y puede variar desde 1 ohm, cuando están los discos oprimidos todo lo posible hasta ser infinita cuando están sin apretar. Cuando la cruceta F es absorvida por los carretes AA el extremo *s* de la palanca D comprime los discos de carbón de modo que la presión de estos depende de la mayor ó menor fuerza con que sea absorvida.



F^A 71

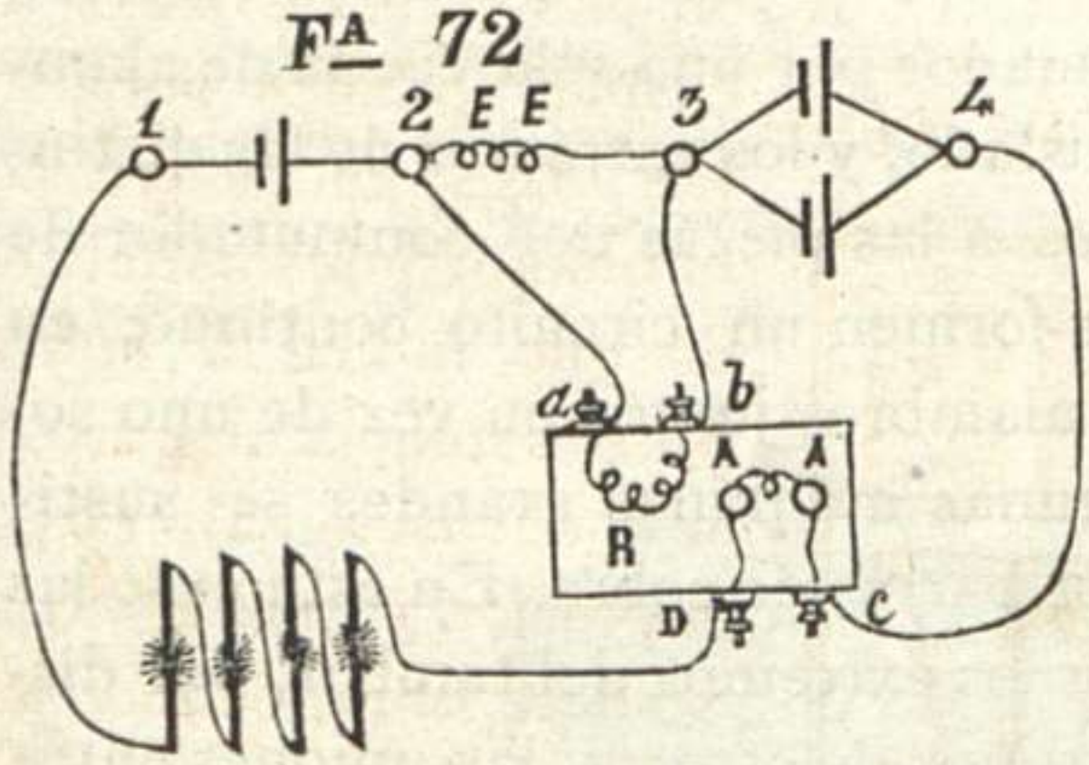
Al hacer la instalación, se arregla el aparato de modo que al estar las 16 luces en circuito, la cruceta no sea absorvida por los carretes y que empiece á serlo cuando se apague una de ellas. Esta regulación se hace de una vez para siempre alterando el peso de la palanca D por medio de unos discos de plomo que se colocan en *p*.

Las prensas C D comunican con los extremos del alambre de los carretes y las *a* y *b* con los de la resistencia R. Los carretes A A' se disponen en série con el circuito exterior y la resistencia R en derivación con los electro-imanes, fig. 72.

Conocido el aparato y su disposición en el circuito es fácil comprender su modo de funcionar. Cuando estén en circuito las 16 luces, la corriente pasará de la esco-

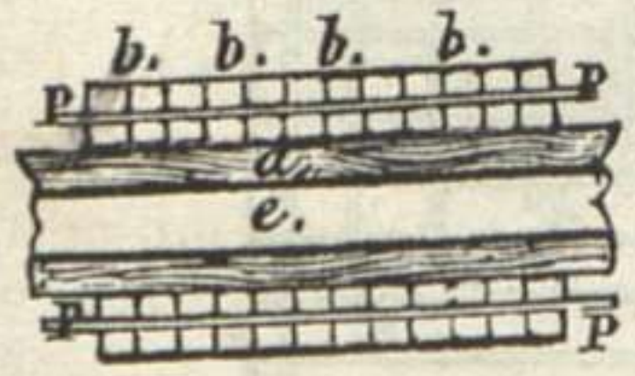
billa 4 á la 1 á través de ellos y de los carretes AA y la derivación de los electro-imanes no producirá efecto alguno, puesto que la resistencia de *a* á *b* es infinita en este caso. Al apagarse una de las lámparas aumenta la intensidad de la corriente y al pasar por los carretes AA estos empiezan á absorver la cruceta F figura 71; la plancha *s* comprime los discos de carbón, disminuye su resistencia y parte de la corriente que debia circular por los electro-imanes, pasa por R por lo cual disminuye la intensidad del campo magnético y por consiguiente la de la corriente, que es el resultado que se desea obtener.

Fª 72



134. Máquina Edison.—Las máquinas Edison se destinan principalmente al alumbrado eléctrico por *incandescencia*. Se construyen diferentes modelos, en todos los cuales la armadura es del tipo Siemens y gira entre las piezas polares de uno ó varios electro-imanes excitados en derivación. La construcción de las armaduras varía según el modelo á que se aplican.

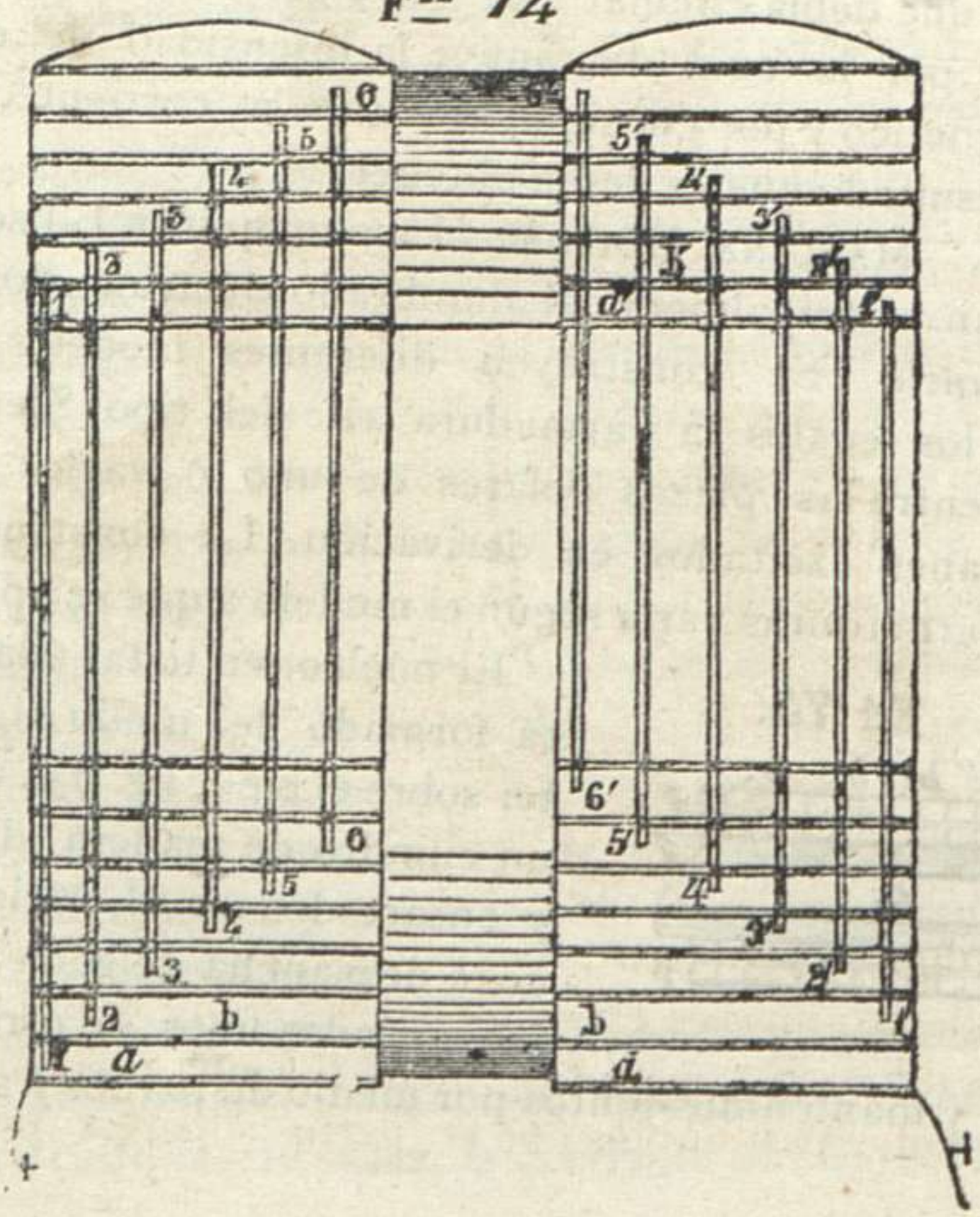
Fª 73.



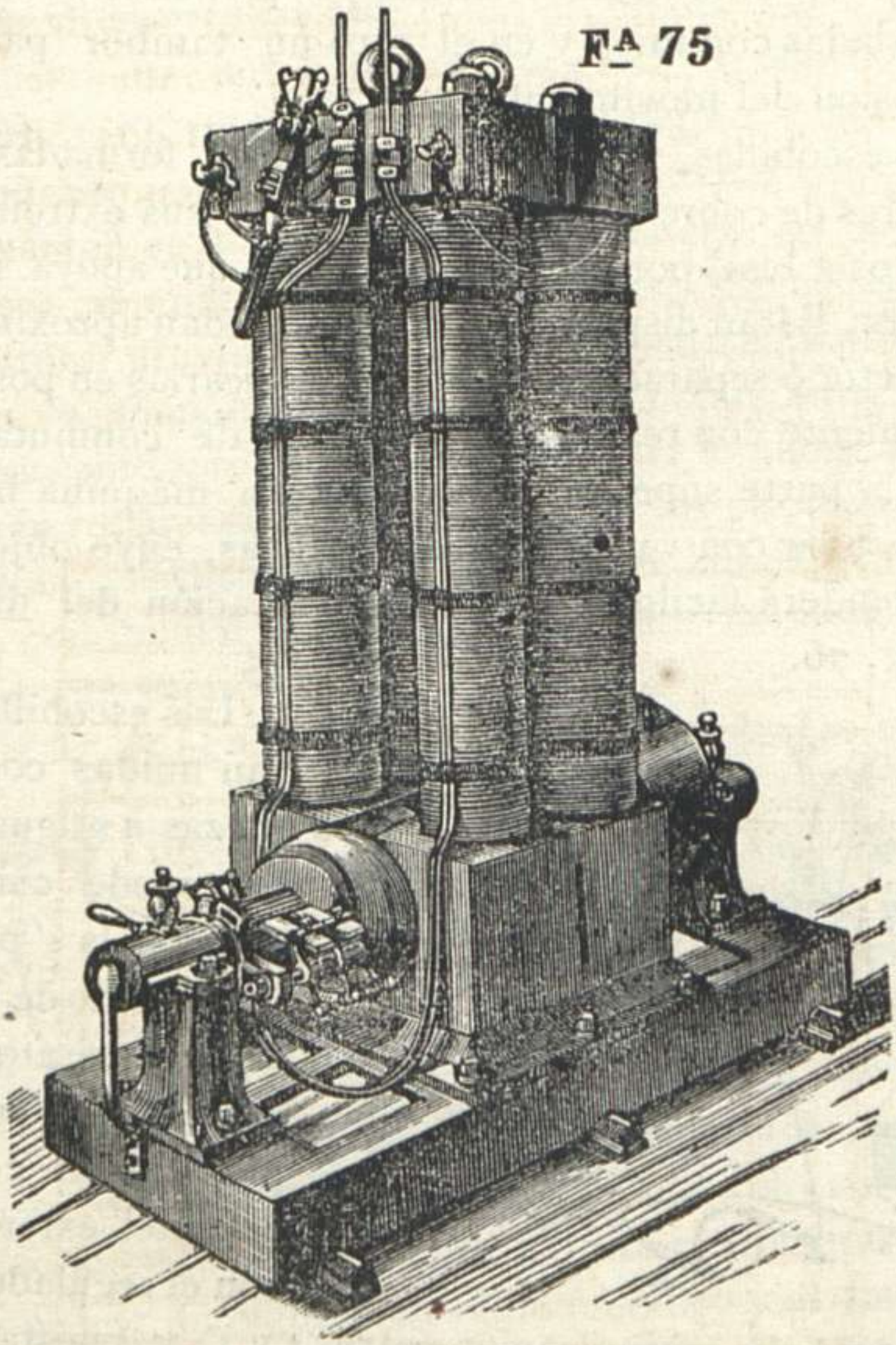
El núcleo, en todas ellas, está formado del modo siguiente: sobre el eje *e*, fig. 73, vá fijo un cilindro de madera dura *a* y ensartados en él, vários discos *b* de plancha delgada de hierro, aislados unos de otros con papel y mantenidos juntos por medio de pernos *p* sujetos

con tuercas por sus cabezas. En algunas armaduras los carretes están formados por una sola vuelta de alambre grueso de cobre aislado, y los extremos de las distintas vueltas van unidos á las piezas del conmutador de modo que todas ellas formen un circuito contínuo; en otros se emplean tres alambres juntos en vez de uno solo y por último en algunas máquinas grandes se sustituyen los alambres por barras de cobre. En este caso las barras van unidas, por los extremos del tambor, por discos de cobre, aislados unos de otros, y las uniones entre estos y las barras van dispuestas de modo que, como en los casos anteriores, quede también formado un circuito contínuo. La fig. 74, que representa el tambor dividido

Fª 74



en dos secciones y separadas una de otra, indica esta disposición. Partiendo del disco *a*, el circuito queda formado del modo siguiente: disco *a*—alambre 1 1—disco *a'*—alambre 1' 1'—disco *b*—alambre 2 2—disco *b'*—alambre 2' 2' disco *c*—etc.

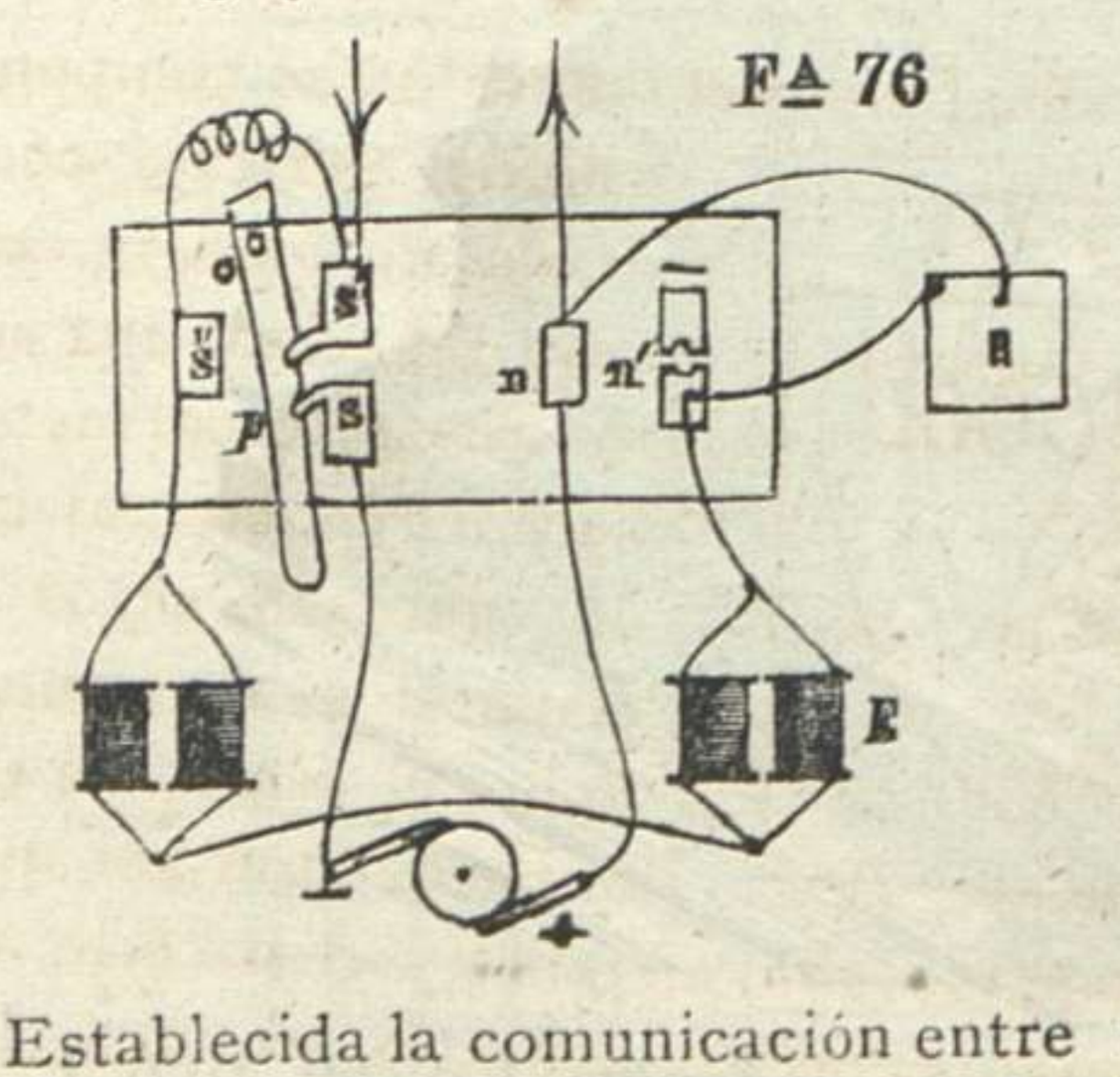


La fig. 75 representa una máquina Edison tipo L. Los electro-imanes están montados sobre una base de fundición, pero separados de ella por una plancha gruesa de zinc. Van unidos por la parte superior por una

pieza de hierro y terminan por la inferior en las piezas polares entre las cuales gira la armadura. Los carretes de esta están formados por una vuelta de tres alambres unidos. En uno de los extremos del eje de la armadura, está fijo el conmutador formado por planchuelas de cobre aisladas con mica y en el otro un tambor para la trasmisión del movimiento.

Las escobillas son unas planchuelas formadas con alambres de cobre soldados por uno de sus extremos y cortados á bisel por el otro, que es el que apoya en el colector. Están dispuestas para que puedan aproximarse al colector ó separarse de él y para colocarlas en posición conveniente con relación al diámetro de conmutación.

En la parte superior del frente de la máquina hay fija una tabla con varias piezas metálicas, cuyo objeto se comprenderá fácilmente por la explicación del diagrama, fig. 76.



Las escobillas están unidas con las piezas *n s* figura 76; la *s* puede comunicar con la *s'* por el intermedio de la palanca *p* giratoria *o* y la *n* está en comunicación con el circuito exterior y con el regulador R.

Establecida la comunicación entre *s* y *s'* y puesta una clavija en *n'*, la corriente pasa de las escobillas á las piezas *n s* y al llegar á estas se divide en dos partes; una para el circuito exterior y otra para los electro-imanes pasando por el regulador.

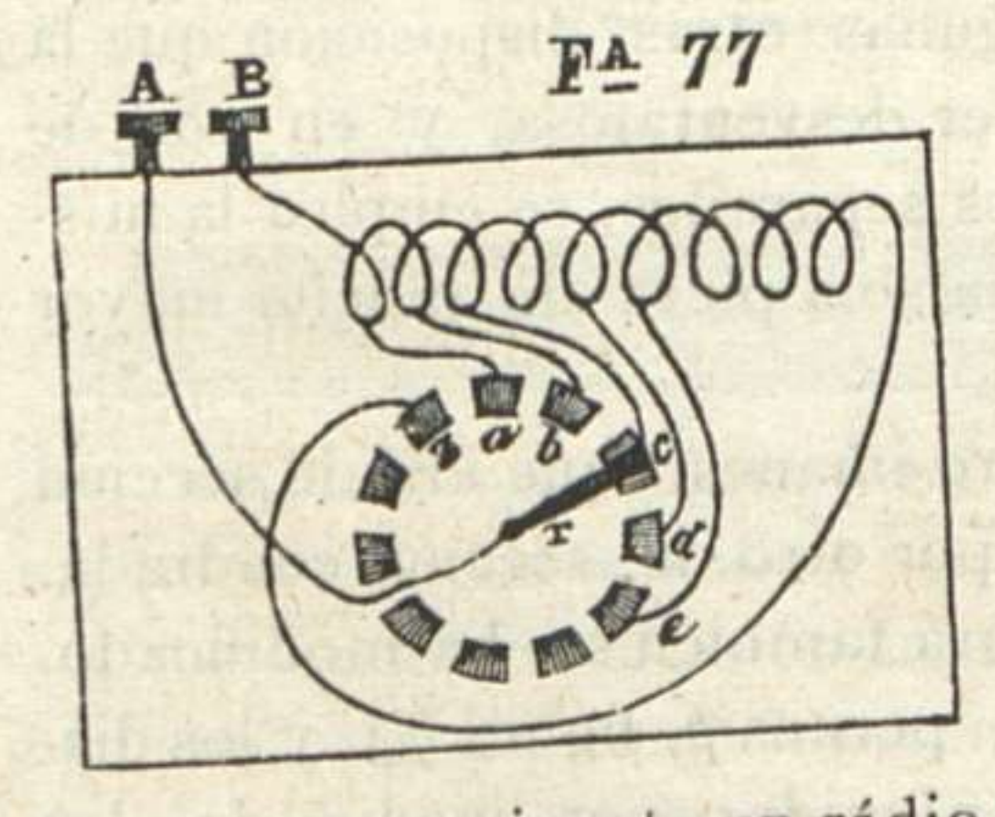
Esta máquina puede alimentar 150 lámparas de dos Carcels cada una. La velocidad de régimen son 900 revoluciones por minuto y para imprimir dicha velocidad á la armadura, estando en circuito las 150 lámparas, se necesita una motora de 18 caballos.

Puede desarrollar una F. E. M. de 110 volts y la resistencia entre sus determinales es de 19 ohms.

135. El regulador tiene por objeto, como en el alumbrado por el sistema Brush, mantener constante la intensidad de la corriente que pasa por las lámparas, aunque se apaguen algunas de estas, sin necesidad de disminuir el número de revoluciones de la motora.

La regulación no es automática, como en el sistema Brush, sino que es necesario hacerla á mano introduciendo resistencias en el circuito de los electro-imanes á medida que disminuye el número de lámparas encendidas, con lo cual se consigue disminuir la intensidad del campo magnético.

La fig. 77, es un diagrama del regulador: se compone este de una caja cuadrada de madera, en cuya tapa hay una série de sectores metálicos *a b c*... etc., aislados unos de otros y dispuestos en círculo. Sobre el centro de este puede girar por medio de una manigueta un rádio metálico y al hacerlo, va estableciendo contactos con los distintos sectores. La caja tiene dos terminales A y B; uno de ellos A, está unido al eje del rádio metálico y el otro B, á la extremidad de un alambre de plata alemana, enrollado sobre un ar-



Fª 77

mazón de madera colocado en el interior de la caja y dispuesto de modo que las diferentes espiras queden aisladas unas de otras.

El primer sector *a*, comunica con el extremo del alambre unido á la prensa B, y el último *z*, con el otro extremo, y los demás *b c* etc., conforme se van separando, del primero comunican con puntos del alambre más y más distantes del extremo B, de modo que la resistencia introducida en el circuito de los electro-imanes dependerá de la posición que ocupe el rádio metálico *r*; cuando apoye sobre el sector *a*. la resistencia será *o*, y la máxima cuando esté sobre el *z*.

Una de las lámparas del circuito colocada en el local donde estén instaladas las máquinas sirve de guía para poder apreciar las alteraciones que pueda sufrir la luz.

Recientemente se han introducido ventajosas modificaciones en la construcción de las máquinas Edison.

En primer lugar, se ha abolido el empleo de los electro-imanes con vários núcleos separados como tenian las máquinas tipo L y algunas otras, disposición que la práctica ha demostrado ser desventajosa, y en vez de emplear dos ó tres núcleos separados, se emplea la misma masa de hierro en una sola pieza de mucho mayor sección y menor longitud.

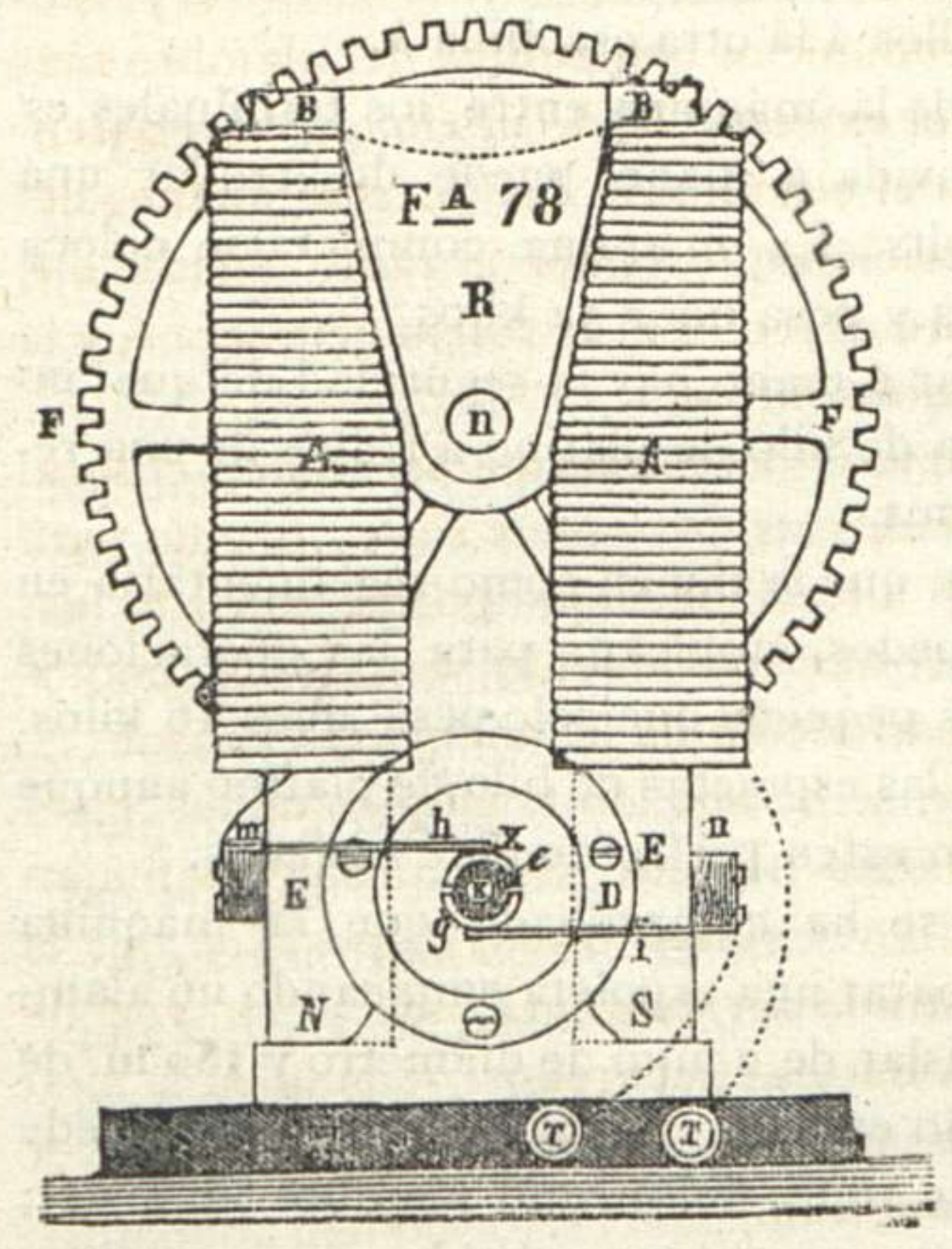
El alambre de los electro-imanes, que era de sección circular, se ha sustituido por otro de sección cuadrada.

El núcleo de la armadura también se ha modificado. Se han suprimido los seis pernos *p*, figura 73, y los discos de hierro se mantienen unidos por medio de dos arandelas, una en cada cabeza que enroscan en el eje y se ha disminuido el diámetro de los agujeros que aquellos tienen en el centro.

Con estas modificaciones, una máquina que ocupa el

mismo espacio y que tiene próximamente el mismo peso que la antigua tipo L, puede alimentar 250 luces en vez de las 150 que podia alimentar aquella, con lo cual se consigue una notable economía.

136. MAQUINA FARMER.—Se compone, fig. 78, de dos electro-imanes AA entre cuyas piezas polares EE gira la armadura que es del tipo de la primitiva Siemens, figura 52. El conmutador está unido á la parte anterior del eje *k* y se compone de dos casquillos de bronce *x* é *y* aislados del eje por medio de un cilindro de ebonita *e*. Sobre los casquillos apoyan dos escobillas *h* é *i* que están sujetas á dos soportes aislados *m* y *n*.



En el extremo posterior del eje hay asegurado un piñón en el que engranan los dientes de la rueda F que sirve para imprimir á la armadura un movimiento de rotación.

Los electro-imanes están unidos por la parte superior por la pieza de hierro B á la que van aseguradas dos planchas del mismo metal R una por la parte anterior de

la máquina y otra por la posterior, con agujeros para dar paso al eje de la rueda F.

Esta máquina es de excitación en série y sus conexiones eléctricas se ven fácilmente en la fig. 78. La corriente vá de la escobilla *i* al circuito exterior cuyos extremos deben unirse á los terminales TT, pasa á los electro-imanes y de ellos á la otra escobilla *h*.

La resistencia de la máquina entre los terminales es de 16 ohms y movida á mano puede desarrollar una F. E. M. de 16 volts. La máquina completa se coloca dentro de una caja y pesa unos 52 kilos.

Haciéndola girar á mano hay la seguridad de que inflama una espoleta de hilo de platino á través de una resistencia de 20 ohms.

Los americanos, que la tienen como reglamentaria en su servicio de torpedos, emplean, para las operaciones de botes, otra más pequeña que solo pesa unos 16 kilos.

Puede inflamar las espoletas de hilo de platino aunque los conductores no estén perfectamente aislados.

Prácticamente se ha comprobado que la máquina grande puede disparar una espoleta empleando un alambre de cobre sin aislar de 2 m|m de diámetro y 180 m. de longitud sumergido en agua del mar y la pequeña puede hacerlo á través de 10 m. del mismo alambre sin aislar; faltas de aislamiento que no es probable ocurran nunca en la práctica.

En el día para destruir la artillería enemiga en un desembarco, así como para romper cadenas, obstrucciones, etc., se emplean pequeñas cargas explosivas, generalmente de algodón pólvora, cuya detonación puede provocarse por medio de espoletas de hilo de platino que se inflaman por la electricidad y la máquina pequeña de Farmer por su solidez, poco peso y facilidad para

trasportarla, hace que su empleo en este caso, sea superior al de las pilas.

INSTALACIÓN Y MANEJO DE LAS MÁQUINAS ELÉCTRICAS.

137. Máquinas.—Deben colocarse en sitios secos, sobre soportes sólidos y fijos. Cuando se instalan á bordo deben situarse de modo, que el eje de la armadura, quede en dirección paralela á la quilla para disminuir en lo posible la presión sobre los soportes, debida á los movimientos del buque y esto es de tanto mayor interés cuanto mayor sea la velocidad de rotación, el peso y el diámetro de las armaduras.

Como la velocidad de la armadura debe ser uniforme, no conviene utilizar para imprimirle movimiento, ni la máquina principal del buque, ni ninguna de las auxiliares, sino otra dedicada exclusivamente á este objeto.

La trasmisión de movimiento de la motora á la máquina eléctrica, puede efectuarse uniendo directamente los ejes de una y otra ó por intermedio de correas.

La primera disposición debe emplearse cuando las dinamos den pocas revoluciones, como conviene suceda en todas las que se empleen en los buques, y en este caso, deberá cuidarse con la mayor escrupulosidad de que los ejes de ambas queden perfectamente en línea.

Si se emplean correas, como el uso continuado hace que estas se estiren algo, sobre todo cuando son nuevas, conviene para poder tesarlas sin necesidad de enmendar la costura, montar las dinamos sobre rails, de modo que puedan correrse fácilmente cuando sea necesario. Las poleas deben tener el diámetro conveniente y

debe precaverse la posibilidad de que las correas se salgan de ellas.

Debe tenerse gran cuidado con la lubricación de los ejes. Las cubiertas de los coginetes deben apretarse convenientemente para que ni queden flojos, ni el eje experimente demasiada fricción.

138. Colectores.—La superficie de los colectores debe estar perfectamente limpia. Si el polvo ó oualquier otra suciedad pusiese en comunicación parcial varias de las planchuelas metálicas se producirian chispas que deteriorarían el colector y oscilaciones en la luz. En la máquina Brush los espacios entre los segmentos de los conmutadores deben también estar limpios por iguales razones.

Para impedir un desgaste excesivo de los colectores por el roce de las escobillas se les puede engrasar de *tarde en tarde*, pero conviene ser parcos en esta lubricación, pues un exceso de aceite dá lugar á chispas que como queda dicho producen su deterioro y oscilaciones y aun la estinción de la luz. El mejor modo de efectuar esta lubricación es el de apoyar sobre el colector, cuando la máquina está en movimiento, una gamuza ó paño grueso ligeramente humedecido con aceite de buena calidad.

Si llegase á engrasarse demasiado se le hace girar apoyando sobre él al mismo tiempo un paño seco ó ligeramente humedecido en alcohol.

Debe procurarse que el desgaste del colector por el roce se efectúe por igual, lo cual puede conseguirse desplazando un poco las escobillas todas las noches á lo largo de él. De cuando en cuando conviene igualarlo apoyando sobre él un papel de esmeril haciéndole girar y si las desigualdades llegasen á ser muy grandes seria

preciso tornearlo, pero esto no debe ocurrir nunca con un manejo medianamente cuidadoso.

139. Escobillas —Las escobillas, deben apoyar sobre el colector en los extremos del diámetro de conmutación (127) con una presión moderada; si la presión es poca se producen numerosas chispas y un deterioro rápido del colector y si es excesiva provoca su desgaste por el roce.

Una vez colocadas las escobillas si se producen muchas chispas se adelantan un poco (140) en el sentido en que gira la armadura, pero hay que tener presente que pueden estar bien colocadas y, sin embargo, producirse numerosas chispas debidas á un exceso de aceite, á que estén poco ajustadas, á que algunos alambres estén doblados ó á que la superficie del colector esté desigual.

Cuando las escobillas se hayan desgastado demasiado, se corta la parte desgastada y se avanzan lo que sea necesario. En las máquinas Edison, como las escobillas apoyan por este extremo, no es preciso cortarlas, sino irlas avanzando á medida que se gastan.

Si por efecto de las chispas se sueldan algunos alambres, se pasan las escobillas por una piedra de afilar hasta que se desprendan los alambres soldados.

Hay que tener cuidado que los alambres no estén doblados, y si alguno lo estuviese, se pone derecho, con cuidado, por medio de unas pinzas.

Las escobillas conviene limpiarlas de cuando en cuando con alcohol.

Para poner en movimiento la máquina, se apoyan las escobillas sobre el colector con una presión algo menor de la que deban tener después, se completa el circuito por medio del conmutador ó conmutadores que haya en

él y se echa á andar despacio la motora; después se vá aumentando gradualmente la velocidad, hasta llegar á dar el número de revoluciones correspondientes á la velocidad de régimen y se van apretando y ajustando las escobillas, hasta dejarlas con la presión necesaria y en la posición que deben ocupar.

Nunca debe romperse el circuito, separando las escobillas cuando la máquina esté en movimiento.

Es de gran interés la observancia de las prescripciones indicadas, pues de ella depende el buen funcionamiento y la conservación de las máquinas.

140. Precauciones.—En el manejo de las máquinas eléctricas es preciso tomar ciertas precauciones para evitar accidentes peligrosos. Cuando las má uinas desarrollan una gran F. E. M. como sucede en la Brush y en algunas otras, los encargados de su manejo deben estar provistos de guantes y aun de botas de goma y no deben tocar nunca con las manos desnudas ningún punto del circuito que esté desaislado y mucho ménos las dos escobillas á la vez para evitar que la corriente pase á través del cuerpo, pues si esto llegase á ocurrir, se experimentaría una conmoción que podría hasta llegar á ser mortal.

En general, en ninguna máquina deben tocarse nunca las dos escobillas, al mismo tiempo, con las manos desnudas.

CONFERENCIA XIII.

LUZ ELÉCTRICA.

ARCO VOLTÁICO.—REGULADORES.—INCANDESCENCIA.

141. Los dos medios que se emplean para producir prácticamente la luz eléctrica son: el arco voltáico y la incandescencia. (55)

ARCO VOLTÁICO.—El arco voltáico generalmente, por no decir siempre, se produce entre dos barras de carbón artificial aglomerado.

La luz es debida más que al arco propiamente dicho, á la incandescencia de los carbones que llegan á alcanzar una temperatura muy elevada por el paso de la corriente.

Cuando se emplean máquinas de corrientes alternadas, la temperatura es la misma en los dos carbones y ambos se consumen por igual; pero con las máquinas de corriente contínua, el que comunica con el polo positivo

alcanza una temperatura mucho más elevada que el unido al polo negativo y se consume doble que este.

Al consumirse los carbones el negativo se afila y forma punta y el positivo por el contrario se hueca formando una especie de cráter.

En la intensidad de la luz tiene gran influencia la naturaleza, el diámetro y la posición relativa de los carbones.

Los carbones finos ó de poco diámetro producen una luz más brillante que los gruesos, pero tienen el inconveniente de consumirse muy deprisa y no pueden emplearse con corrientes intensas.

La duración de los carbones aumenta cubriéndolos con una capa metálica; el metal que generalmente se emplea para este objeto es el cobre y también se ha ensayado el niquel.

La posición que deben ocupar los carbones depende de las aplicaciones de la luz; es conveniente colocar el positivo enfrente del espacio que se trata de iluminar, de modo que la cavidad que en él se forma haga de reflector. Para iluminar, por ejemplo, un salón, los carbones deben estar verticales y el positivo en la parte alta para que refleje la luz hácia abajo y para iluminar el horizonte como en los faros y en los proyectores que se emplean en los buques, deben disponerse con la inclinación conveniente para conseguir el indicado objeto.

142. Reguladores.—Cuando los carbones están fijos, á medida que se consumen vá aumentando, naturalmente, la distancia entre sus puntas y para mantener la luz fija y evitar su estinción es preciso mantenerlos á una distancia conveniente que sea siempre la misma, lo cual se consigue por medio de unos aparatos llamados reguladores.

Los reguladores pueden ser de mano ó automáticos. Los primeros son más sencillos que los segundos pero exigen la presencia constante en una persona que aproxime los carbones á medida que se gasten. Este es un inconveniente cuando se trata de iluminar un teatro, un salón, etcétera; pero en los usos de la guerra no tiene gran importancia porque de todos modos es preciso que haya una persona próxima á la luz para poder dirigirla al sitio que más convenga.

143. Regulador de mano.—El regulador que se emplea en los buques de guerra de casi todas las naciones para las luces de arco, destinadas á reconocer el horizonte ó para iluminar un sitio distante, es el de mano representado en la fig. 79, el cual es sencillo, fuerte y de fácil manejo.

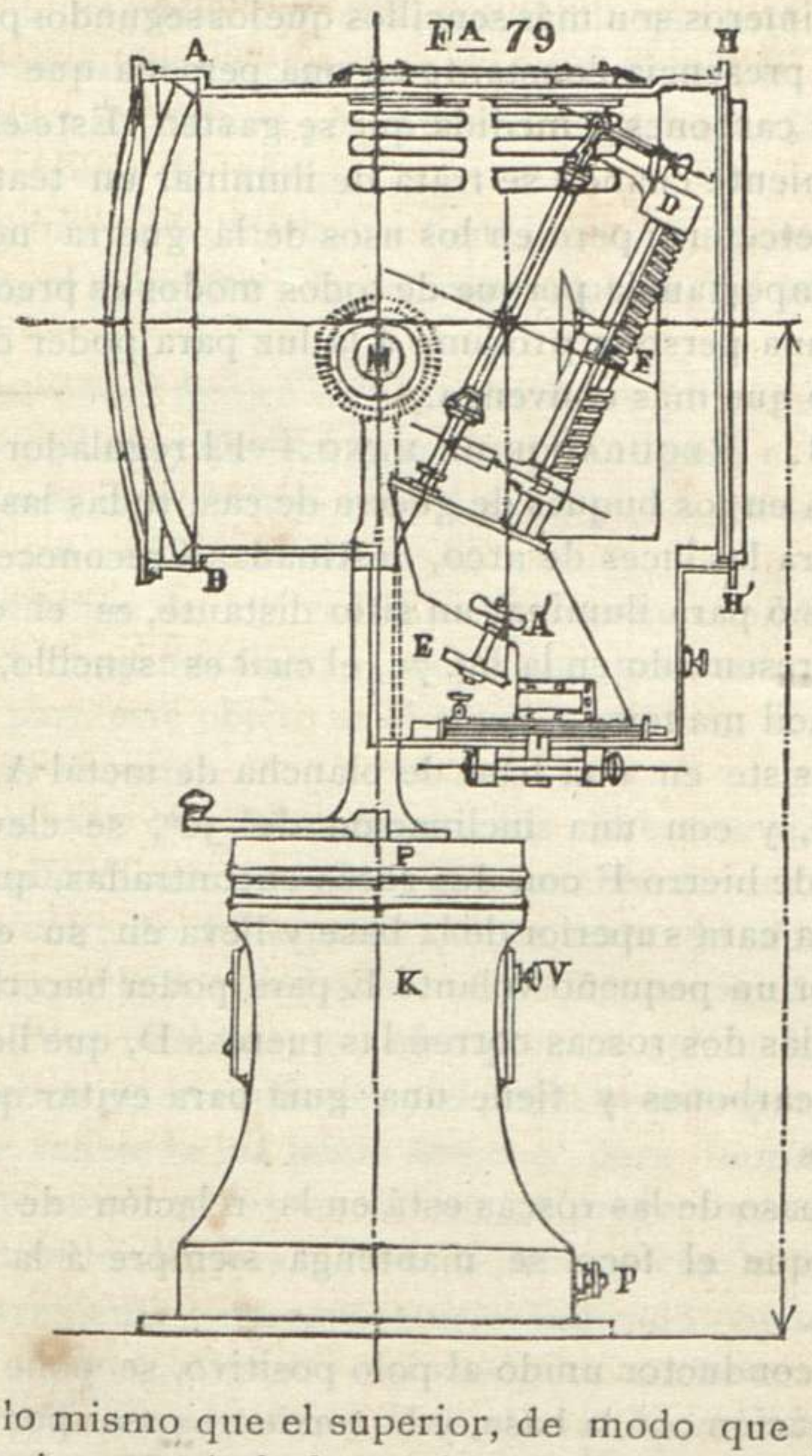
Consiste en una base de plancha de metal A, sobre la cual, y con una inclinación de 30°, se eleva una barra de hierro F con dos rocas encontradas, que atraviesa la cara superior de la base y lleva en su extremo inferior un pequeño volante E para poder hacerla girar.

En las dos roscas corren las tuercas D, que llevan los porta-carbones y tiene una guía para evitar que den vueltas.

El paso de las roscas está en la relación de 2 á 1, para que el foco se mantenga siempre á la misma altura.

El conductor unido al polo positivo, se pone en comunicación con la base, y la corriente pasa por esta y la barra F al carbón superior, arco voltáico, carbón inferior, porta-carbón del mismo y por un casquillo metálico que rodea á este, á una planchuela aislada que corre por el interior de la base A y vá á una prensa á la que debe conectarse el conductor unido al polo negativo.

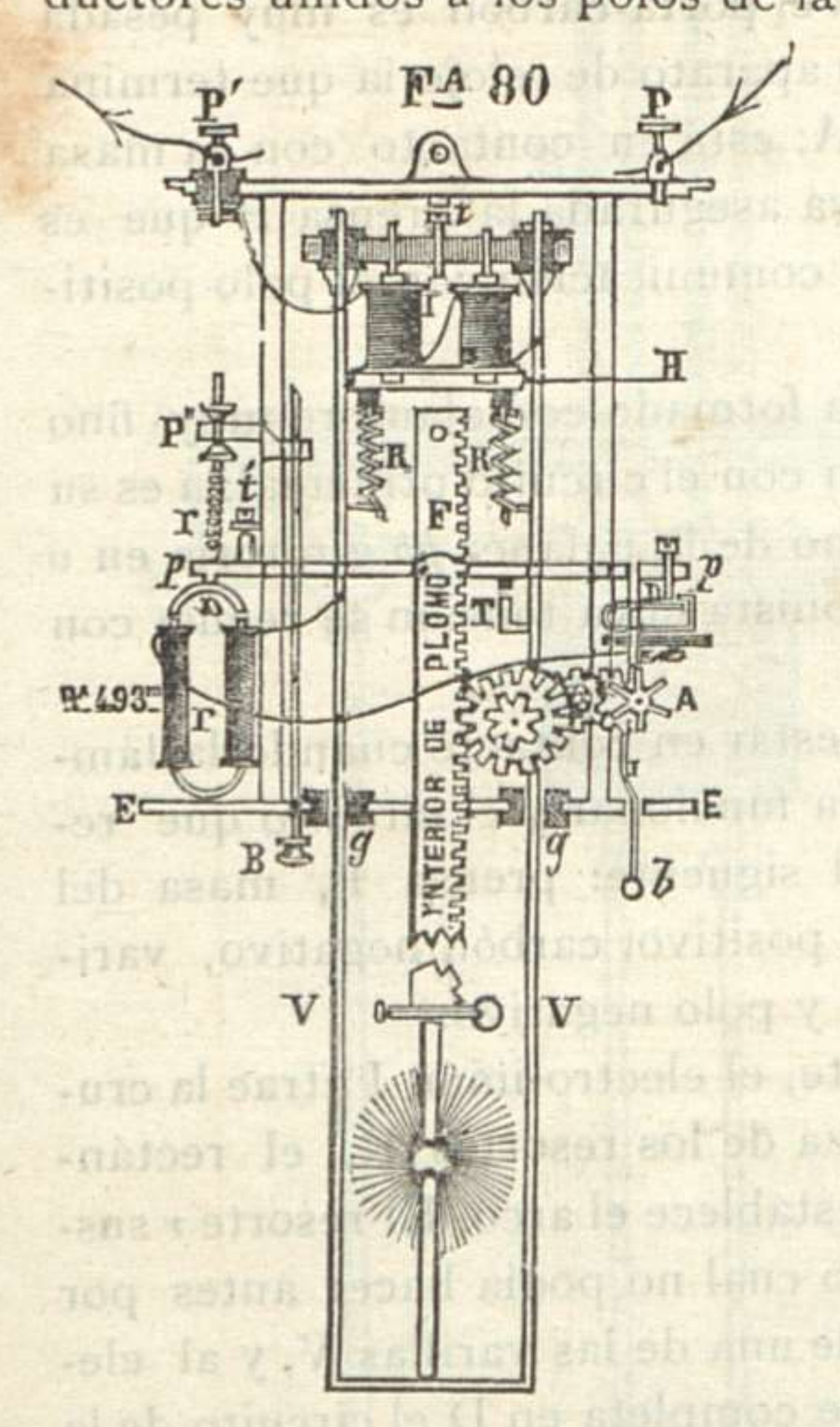
El porta-carbón inferior está aislado de la base y dis-



puesto, lo mismo que el superior, de modo que pueda subir ó bajar cuando lo hagan las tuercas D.

La base A, tiene en la parte inferior de sus costados, dos planchuelas metálicas: una que comunica con la misma base y la otra aislada de esta y en comunicación con el porta-carbón inferior; y al colocar el aparato en

el *proyector*, dichas planchuelas se ponen en contacto con dos muelles metálicos que comunican con los conductores unidos á los polos de la máquina eléctrica.



***144.** Reguladores automáticos.—Es considerable el número de reguladores automáticos que se han ideado; pero dado el objeto de estas conferencias, describiremos solamente el de Gramme y el de Brush.

***145.** Regulador ó lámpara Gramme.—La fig. 80, representa un diagrama de esta lámpara: I, es un electro-imán que descansa sobre la plancha fija de hierro H: está formado por alambre grueso cuyos extremos comunican, el uno, con la prensa P' unida al polo negativo y el otro con la varilla V y por consiguiente con el porta-carbón inferior.

El rectángulo formado por las varillas VV y por las crucetas que sujetan sus extremos, es completamente independiente del resto de la lámpara. Solo vá colgado en ella por los resortes RR, que tienden á elevarlo todo lo que permite el tope *t* que lleva la cruceta superior. Las varillas tienen unas guías que son los manguitos ó tubos aisladores *gg* del platillo inferior EE, y dos vari-

llas de metal que parten de los núcleos del electro-imán I y entran en la cruceta.

La barra F que lleva el porta-carbón es muy pesada y sirve de motor á un aparato de relojería que termina en la rueda de paletas A; está en contacto con la masa del aparato en la que vá asegurada la prensa P que es la que debe ponerse en comunicación con el polo positivo de la máquina.

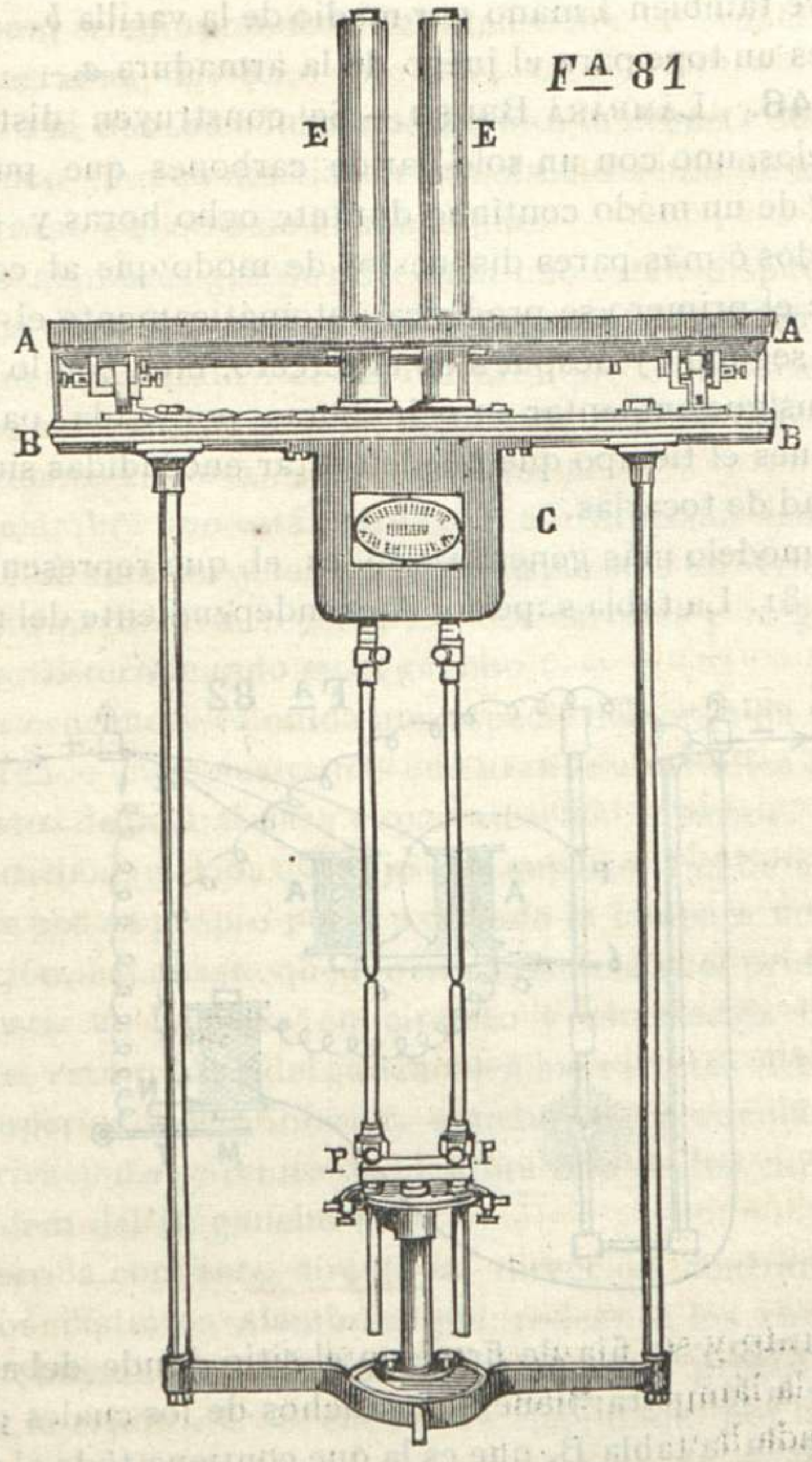
I′ es un electro imán formado con alambre muy fino dispuesto en derivación con el circuito principal; *a* es su armadura fija al extremo de la palanca *pp* giratoria en *o* y *r* es un resorte antagonista cuya tensión se regula con el botón B.

Los carbones deben estar en contacto cuando la lámpara esté dispuesta para funcionar y el circuito que recorre la corriente es el siguente: prensa P, masa del aparato barra F, carbó positivo, carbón negativo, varillas VV, electro-imán I y polo negativo.

Al circular la corriente, el electro-imán I atrae la cruceta, venciendo la fuerza de los resortes R, el rectángulo V *t* V *q* baja y se establece el arco. El resorte *r* suspende la armad ura *a*, lo cual no podía hacer antes por impedírselo el tope T de una de las varillas V, y al elevarse dicha armadura se completa en D el circuito de la derivación y la cuchilla C detiene la rueda de aspas A impidiendo así el descenso del carbón positivo.

A medida que los carbones se consumen, el arco se alarga, su resistencia aumenta y por lo tanto la corriente que pasa por el electro-imán I′ es mayor; la armadura *a* es atraida y quedando libre la rueda A desciende el carbón positivo, pero instantes después se rompe en D el circuito derivado y vuelve á subir la armadura *a* y á detenerse el movimiento de la rueda A. Si el arco es to-

davia demasiado largo vuelve á repetirse lo mismo, de modo que el descenso no es contínuo, sino cada vez un



poco, asegurándose así la fijeza de la luz.

El aparato de relojería está dispuesto para que pueda

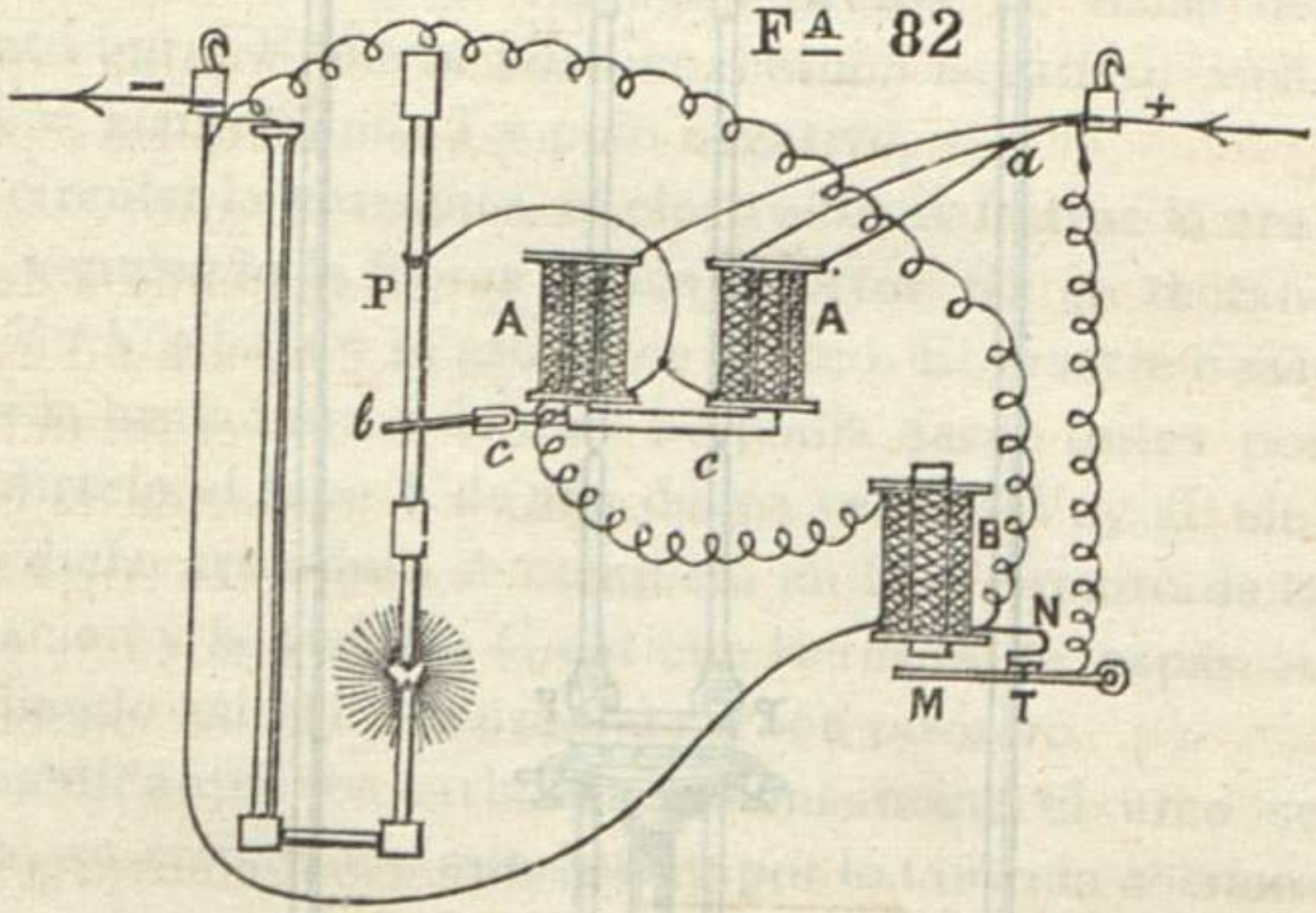
subirse á mano el porta-carbón positivo. Para detenerlo hay otra cuchilla que impide el giro de la rueda A que se mueve tambien á mano por medio de la varilla *b*.

t' es un tope para el juego de la armadura *a*.

***146.** Lámpara Brush.—Se construyen distintos modelos, uno con un solo par de carbones que pueden arder de un modo contínuo durante ocho horas y otros con dos ó más pares dispuestos de modo que al consumirse el primero se produzca automáticamente el arco en el segundo y después en el tercero, etc., con lo cual se consigue aumentar en ocho horas por cada par de carbones el tiempo que pueden estar encendidas sin necesidad de tocarlas.

El modelo más generalizado es el que representa la figura 81. La tabla superior A es independiente del resto

Fª 82



del aparato y se fija de firme en el sitio donde deba colocarse la lámpara; tiene dos ganchos de los cuales queda colgada la tabla B, que es la que contiene todo el mecanismo.

El aparato de regulación está contenido en C y es igual en principio en todos los modelos y su modo de funcionar se comprenderá fácilmente por la explicación del diagrama, fig. 82.

A A son dos solenóides que aspiran la cruceta de hierro dulce *c*, los cuales tienen dos circuitos uno de alambre grueso y el otro de alambre fino.

Los alambres gruesos de cada uno están dispuestos en arco múltiple; parten del gancho + y terminan en el esqueleto metálico de los carretes que comunica con toda la parte metálica de la regulación con la que está en contacto el porta-carbón supérior *p*.

El alambre fino está enrollado en dirección contraria que el anterior y los carretes dispuestos en série. Su circuito parte de *a*, recorre los dos carretes y luego un tercero B terminando en el gancho (—)

A la cruceta C vá unida una especie de horquilla *c* que comprende entre sus ramas una arandela metálica *b* por el centro de la cual pasa el porta-carbón superior.

El carbón inferior está fijo y el superior tiende á descender por su propio peso, y cuando la lámpara no está en acción, baja hasta quedar en contacto con el primero.

Puesta la lámpara en circuito y establecida la corriente, esta pasará del gancho + á los carretes AA, carbón superior, idem inferior, gancho (—) y además por la derivación *a*, circuito de alambre fino de los carretes AA, idem del B, gancho (—).

Como la corriente circula en dirección contraria en los dos distintos alambres que rodean á los carretes AA, la influencia que ejerce el de alambre grueso para atraer la cruceta C se encuentra debilitada por la que ejerce el de alambre fino; pero el número de vueltas y la resistencia de ambos, es tal, que la primera es siem-

pre mayor que la segunda, mientras la longitud del arco no exceda de la normal.

Siendo esto así, al circular la corriente estando los carbones en contacto, la cruceta C es absorvida y la arandela *b* levantado por la horquilla *c* toma una posición inclinada, suspende el porta-carbón superior y el arco se establece entre las puntas de los carbones, pero á medida que aumente su longitud, por el consumo de estos, su resistencia será mayor por consiguiente, pasará más corriente por la derivación y llegará un momento en que la influencia atractiva que ejerza el circuito de alambre grueso será neutralizada por la que ejerza el de alambre fino, en cuyo caso la cruceta dejará de estar atraida, la arandela *b* quedará horizontal y el porta-carbón P podrá descender libremente.

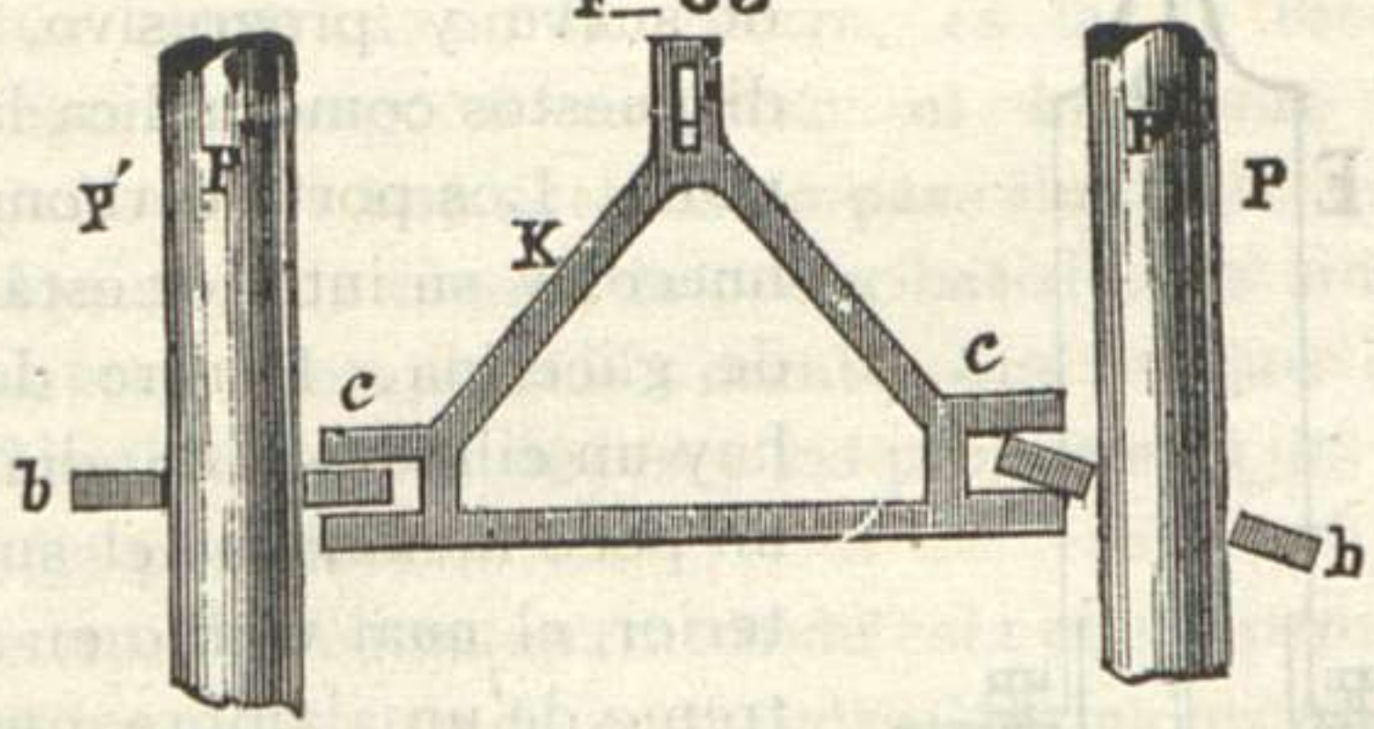
Con el descenso del carbón positivo, disminuirá la longitud del arco y por lo tanto su resistencia; volverá á preponderar la acción del circuito de alambre grueso, la cruceta será atraida de nuevo y los mismos efectos se reproducirán cada vez que la longitud del arco deje de ser la normal, consiguiéndose de este modo mantener la luz prácticamente fija, pues las pequeñas oscilaciones que siempre se producen son imperceptibles cuando el aparato está bien dispuesto.

El electro-imán B sirve para establecer un corto circuito entre los terminales de la lámpara cuando le sucede á esta alguna avería ó se concluyen los carbones. Al aumentar la corriente por cualquiera de estas causas, en su circuito de alambre fino, la armadura M es atraida y el contacto T' oprime contra el extremo N, en forma de muelle de otro circuito de alambre grueso enrollado en el mismo sentido que el anterior y que termina en el gancho (—).

De este modo queda la armadura atraida permanen-

temente y la corriente pasa de un terminal ó gancho al otro á través del circuito grueso.

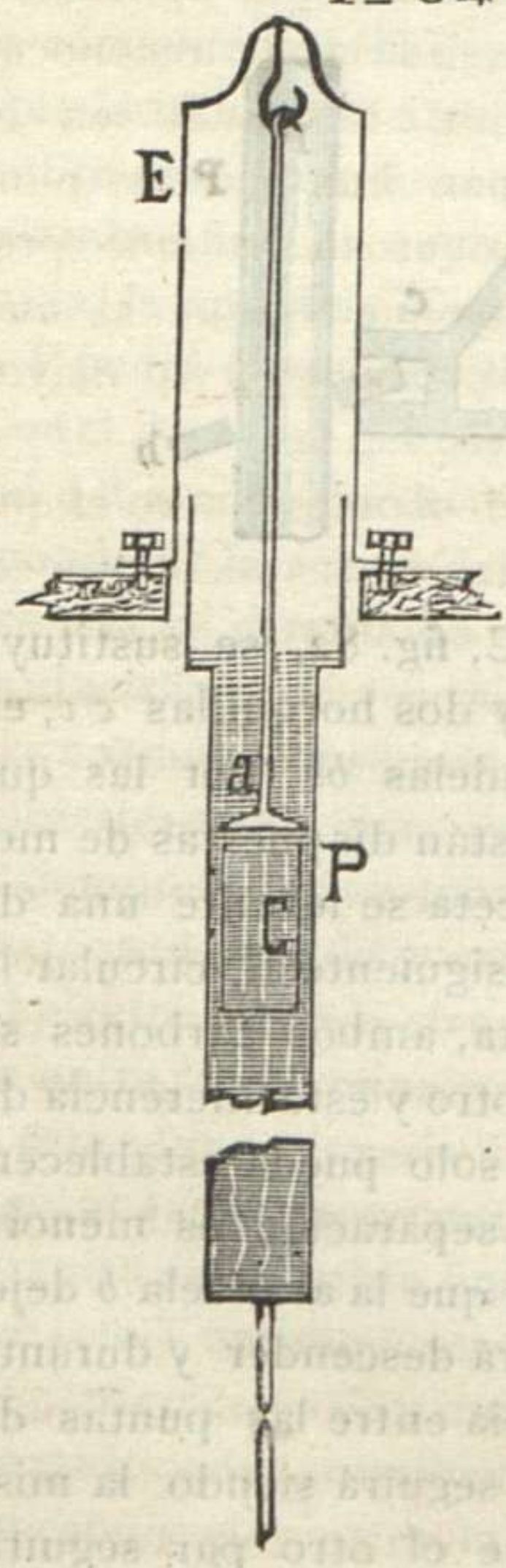
En las lámparas que tienen dos pares de carbones, al consumirse el primero, el arco se establece automáticamente en el segundo según hemos dicho, y el cambio de un par al otro se efectúa de un modo muy sencillo, como puede verse por la explicación del diagrama, fig. 83.



La pieza *c* unida á la cruceta C, fig. 82, se sustituye por otra K, fig. 83, en la cual hay dos horquillas *c c*, en vez de una, que abrazan las arandelas *bb* por las que pasan los porta-carbones PP' y están dispuestas de modo que al empezar á subir la cruceta se levante una de ellas *b* antes que la otra; por consiguiente al circular la corriente y ser aspirada la cruceta, ambos carbones se levantarán, pero uno más que el otro y esta diferencia de altura es tal que hace que el arco solo pueda establecerse en el par de carbones P' cuya separación es menor. Cuando la cruceta baje, antes de que la arandela *b* deje libre el porta-carbón P el P' podrá descender y durante el juego de la lámpara la distancia entre las puntas de los carbones del par de respeto seguirá siendo la misma que al principio, mientras que el otro par seguirá

funcionando hasta que se consuma. Cuando esto suceda, habrá un momento en que no pasará corriente, la cruceta descenderá y entonces podrá bajar el carbón de respeto hasta quedar en contacto con el inferior en cuyo caso pasará de nuevo la corriente, la cruceta será absorvida y se seguirán reproduciendo los efectos ya descritos.

Fª 84



Para que el descenso de los carbones se efectúe de un modo suave y progresivo, están dispuestos como indica la figura 84. Los porta-carbones son huecos y su interior está lleno de glicerina. Dentro de ellos hay un cilindro *c* de diámetro un poco menor que el suyo interior, el cual vá fijo en el extremo de un alambre que está suspendido de un gancho que hay en el sombrerete que cubre el tubo E. Dicho cilindro es hueco y abierto por su parte inferior.

Cuando baja el porta-carbón, la glicerina no tiene más paso que entre los dos cilindros y para que no sea lento el subirlos á mano, tiene en la parte superior varios agujeritos tapados por la arandela movible *a*.

Estas lámparas se disponen en série y el número de ellas

que pueden colocarse en el mismo circuito, depende del modelo de máquina que se emplee.

La tabla A, fig. 81, tiene dos prensas á las que van unidos de firme los conductores del circuito, los cuales comunican con los ganchos de que queda colgada la lámpara y por medio de un conmutador pueden ponerse en comunicación ambas prensas, dejando la lámpara en corto circuito.

147. Proyectores.—Como la principal aplicación de la luz eléctrica en la guerra, es la de reconocer el campo enemigo ó explorar el horizonte en la mar, para evitar una sorpresa ó para iluminar un punto cualquiera con objeto de poder batirlo, ha sido preciso recurrir al empleo de aparatos que recojan el mayor número de rayos de luz y los proyecten á la mayor distancia posible.

Existen diferentes aparatos de esta clase; pero el que más se ha generalizado en nuestra Marina, es el proyector Sauttier Lémonier con reflector Magin. Se compone de un espejo AB, fig. 79, de forma esférica, cuya superficie convexa está plateada, el cual vá colocado en el fondo de un cilindro de plancha delgada de metal.

En la parte inferior del cilindro, hay una caja de cobre que tiene dos guías en su base á la que se dá movimiento, en el sentido longitudinal, por medio de dos tornillos colocados en la parte inferior; sobre la base se coloca la lámpara de mano que hemos descrito, la que resbala por las guías de la caja y entre dos planchuelas en forma de muelle.

El regulador puede tener, por consiguiente, un movimiento de traslación y la caja está dispuesta de modo que al colocarlo en su sitio en la posición más hácia dentro que puede tener, el arco voltáico formado entre

las puntas de los carbones, quede próximamente en el foco del espejo. Los carbones quedan con una inclinación de 30°, según dijimos, y de este modo el espejo recibe la luz en la posición más ventajosa y la proyecta á gran distancia en forma de cono luminoso. A medida que se vá llevando la luz más hácia la puerta por medio de los tornillos, la base del cono aumenta de diámerro y la superficie iluminada es mayor, pero en cambio la luz es ménos intensa y su alcance disminuye considerablemente.

La base del cilindro opuesta al espejo, se cubre con una puerta de cristal natural HH', montada sobre visagras, que puede sustituirse por otra formada por tiras de cristales prismáticos colocados verticalmente, cuyo objeto es convertir el cono luminoso en una zona ó faja, que tiene de 20 á 30° de anchura angular.

El cilindro metálico tiene dos muñones, cuya proyección se vé en M, que apoyan sobre dos muñoneras que hay en los brazos de una horquilla sólida de hierro montada sobre un platillo P. Este platillo descansa sobre un pedestal hueco, también de hierro K, y tiene por su parte inferior dos anillos concéntricos de latón aislados uno de otro y en comunicación cada uno de ellos con una de las planchuelas en forma de muelle, entre las cuales queda sujeto el regulador (143); los anillos están dispuestos de modo que al colocar el platillo sobre el pedestal, apoyen sobre dos casquetes esféricos de metal, sostenidos por dos fuertes muelles, para que el contacto sea bueno.

El pedestal tiene en su pié dos prensas marcadas P y N, una de ellas visible en la figura, á las que se afirman los conductores. Dichas prensas están aisladas del pedestal y comunican, por medio de dos planchuelas

aisladas que van por la parte interior de aquel, con los muelles que sostienen los casquetes de metal que establecen contacto con los anillos del platillo superior.

Una de las planchuelas está dispuesta de modo que por medio de una palanca V, colocada en la parte exterior, pueda interrumpirse ó cerrarse el circuito según se desee.

El proyector puede girar en un plano vertical sobre los muñones M y en sentido horizontal sobre el pedestal y dos mordazas, una N y otra que no se vé en el dibujo, sirven para fijarlo en la posición que se desee.

En la parte esterior del cilindro y próximo á uno de los muñones, hay fijo un prisma de cristal con una pantalla en la que se reflejan las puntas de los carbones cuando se hallan en el foco y para que puedan verse cuando estén fuera de él, hay en la parte posterior un pequeño agujero circular cubierto con un vidrio de color. Esta disposición permite observar sin molestia la longitud del arco y con alguna práctica, que se adquiere en muy poco tiempo, es fácil conservar la luz fija aproximando lentamente los carbones á medida que se gastan, por medio del volante E del regulador.

La casa Sauttier Lemonier construye aparatos de esta clase de distintas dimensiones; para torpederos y embarcaciones menores, con espejos pequeños y para buques mayores con espejos de 40, 60 y 70 cm de diámetro.

El material foto-eléctrico que deben llevar los buques de la armada con arreglo á lo dispuesto en R. O. de 13 de Febrero de 1884, es el que se expresa en la tabla número 2, en la cual, la instalación núm. I corresponde á los buques blindados de más de 6,000 toneladas; la número II á los blindados de ménos de 6,000 toneladas y

TABLA NÚM. II.

MÁQUINA	Instalación foto-eléctrica. N.º I	N.º II	N.º III	N.º IV	N.º V
Dinamo-eléctrica con su motor Brotherhood en conexión directa . . .	Una máq.ª tipo DQ de 4000 cárcels.	Una máq.ª tipo CCT de 2 luces de 1600 cárcels ó una doble.	Una máq.ª tipo AAB de 2 luces de 600 cárcels ó una doble.	Una máq.ª tipo AG de una sola luz de 600 cárcels.	Una máq.ª tipo M de una luz de 200 cárcels.
Proyector Magin. . . .	Uno de 60 cpm.	Dos de 60 cpm.	Dos de 40 cpm diámetro.	Uno de 40 cpm diámetro.	Uno metálico de 30 cpm.
Lámparas de uso (de mano)	Una.	Dos.	Dos.	Una.	Una.
Id. de respeto (id.) . . .	Una.	Una.	Una.	Una.	Una.
Cables de doble conductor aislado	100 m. de 30 mpm de sección conductora.	100 m. de 15'26 milím.s sección conductora.	100 m. de 15'25 mpm de sección conductora.	50 m. de 7'58 mpm sección conductora.	20 m. 7'58 de sección conductora.
Conmutador de cámbio para dirigir la corriente á una sola lámpara.		Uno.	Uno.		
Carbones con baño de cobre	50 m. de 20 mpm diámetro.	100 m. de 18 mpm diámetro.	100 m. de 13 mpm diámetro.	50 m. de 13 mpm diámetro.	50 m. de 9 mpm diámetro.
Indicador de revoluciones. .	Uno.	Uno.	Uno.	Uno.	
Funda del proyector. . .	Una.	Dos.	Dos.	Una.	
Caja de accesorios. . . .	Una.	Una.	Una.	Una.	
	Otra instalación igual ménos una lámpara.				

á los no blindados de más de 2,500; la núm. III á los buques cuyo desplazamiento esté comprendido entre 900 y 2,500 toneladas; la núm. IV á los que tengan de 350 á 900 toneladas y la núm. V á los botes de vapor.

En la tabla núm. III se consiguan algunos datos de interés.

146. INCANDESCENCIA.—Las muchas ventajas que presentan las luces de incandescencia para el alumbrado interior de los buques, hacen que su empleo en estos se vaya generalizando.

La luz por incandescencia es debida, según se ha dicho (55), á la elevación de temperatura de un cuerpo refractario producida por el paso de una corriente eléctrica.

Se ha tratado de emplear para este objeto, el platino y el iridio, pero no se han obtenido resultados satisfactorios y en el dia, se hace uso casi exclusivamente del carbón.

Las lámparas de incandescencia pueden ser de dos clases, según que la incandescencia tenga lugar al aire libre ó en vasos cerrados.

En las primeras, el carbón se consume lentamente y se renueva automáticamente.

En las segundas, un filamento vegetal carbonizado, encerrado en un vaso de cristal en el que se hace el vacío, elevada su temperatura hasta la incandescencia, produce la luz sin consumirse hasta que se rompe. La duración del filamento ó *vida de la lámpara*, es por término medio, de unas 800 horas.

Solo nos ocuparemos de estas últimas, que son las que se emplean generalmente para el alumbrado interior de los buques.

La realización práctica de esta clase de alumbrado es

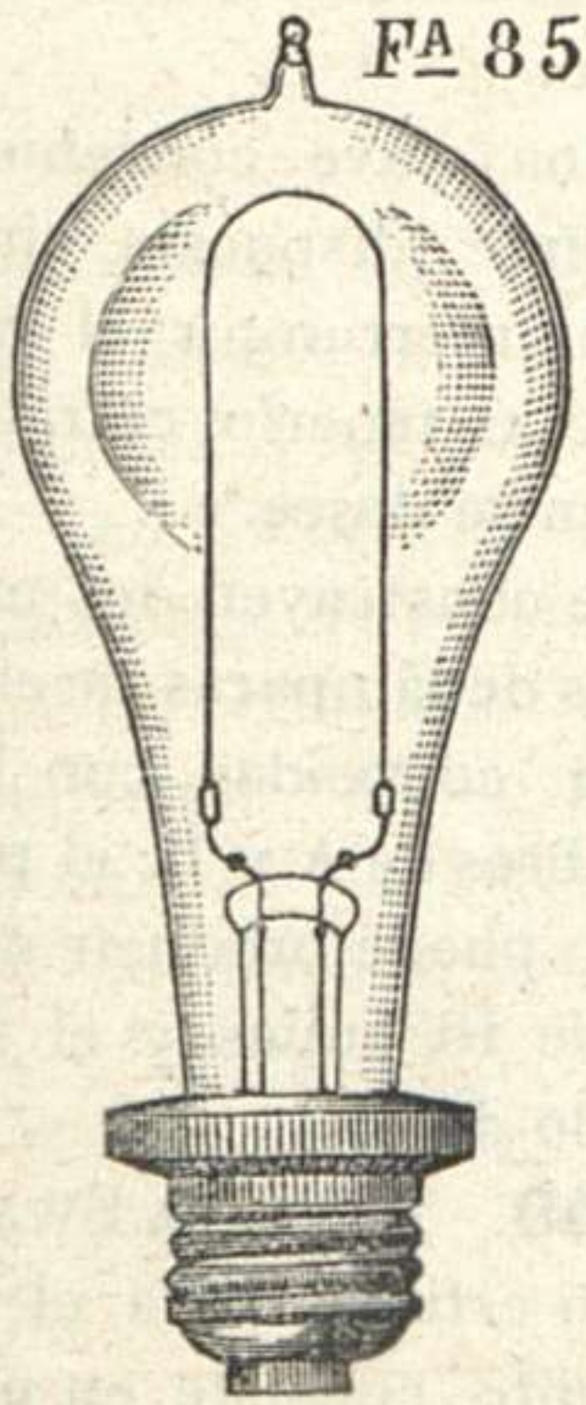
TABLA NUM. III.

		Peso en Kilógs.	Largo. — Metros.	Ancho. — Metros.	Alto. — Metros.
Máquina dinamo-electrica con un motor Broherhood montados en la misma placa y en conexion directa.	Instalación foto-electrica N.º I. . .	1800	1'70	0'80	1'80
	Id. id. » II. . .	1550	2'54	0'63	0'94
	Id. id. » III. .	1150	2'15	0'825	0'75
	Id. id. » IV.. .	486	1'375	0'55	0'70
	Id. id. » V. . .	160	0'72	0'34	0'47

	Peso en Kilógs.	Diámetro de la base. — Metros.	Elevacion — Metros.
Proyector Magín de 60 c|m.	400	0'60	1'65
Id. id. de 40 c|m.	276	0'60	1'68
Id. id. de 30 c|m.	21	pinzote	0'70

debida á Edison, pero en el dia son numerosos los sistemas de incandescencia, en vasos cerrados, que están en explotación, de los cuales los principales son los siguientes:

147. LÁMPARA EDISON.—



Consiste en un filamento de bambú carbonizado, doblado en forma de U y encerrado en un globo de cristal, fig. 85, en el que se hace el vacío.

El cuello de la lámpara vá herméticamente cerrado por medio de un tapón de vidrio soldado á él, que penetra en el interior de la lámpara.

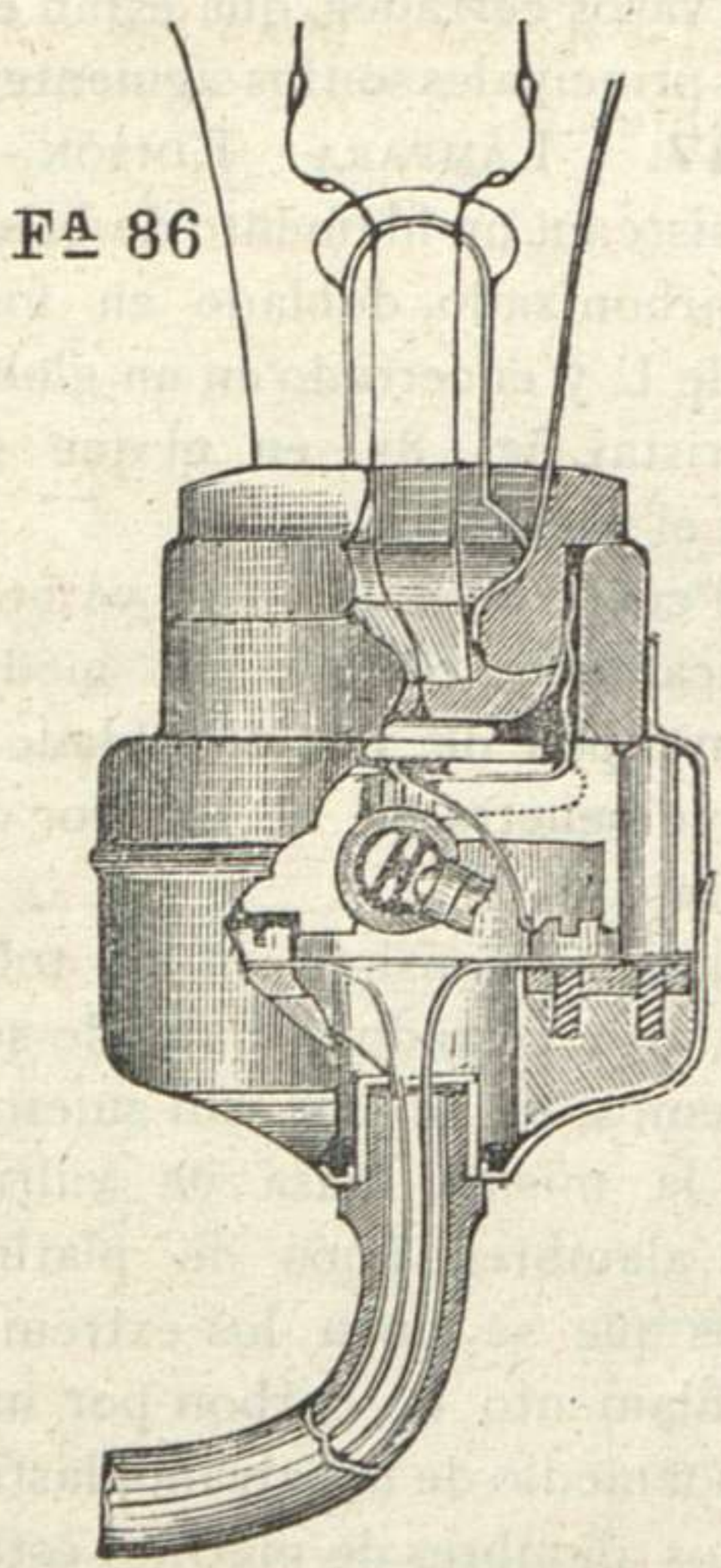
El tapon consiste en un tubo de vidrio cerrado por uno de sus extremos, en el que van sujetos, por la misma masa de vidrio, dos alambres finos de platino á los que se unen los extremos del filamento de carbon por una capa de cobre, depositada por medio de la galvanoplastia.

Los extremos libres de los alambres de platino, están unidos á dos planchuelas de latón, fig. 86, aislados uno de otro y cogidos por una masa de yeso que forma el zócalo de la lámpára.

Una de las planchuelas forma rosca al rededor del cuello de la lámpara, para poder atornillar esta en el sitio que se desee.

La unión entre la lámpara y los conductures del circuito, se efectúa del modo que indica la fig. 86. Sobre un soporte ó candelero S, que tiene en hueco la misma forma que el cuello de la lámpara, se atornilla esta

y al estar en su sitio queda establecido el contacto de las planchuelas con otras dos que comunican con los conductores del circuito.



Una llave convenientemente dispuesta sirve para interrumpir el circuito ó tenerlo cerrado, según se desee.

Se construyen dos modelos de lámparas de esta clase conocidas con los nombres de A y B; el primero puede producir una luz de 16 bujías y el segundo de 8.

149. Lámpara Swan. —En esta lámpara el filamento consiste en una trenza de algodón, carbonizada y plegada como en la Edisson, pero formando un círculo en la parte superior, encerrado en una atmósfera de aire rarificado. La trenza de algodón, antes de carbonizarla, se empapa en ácido sulfúrico.

El globo de cristal en que vá encerrado el filamento, tiene la forma de una esfera con un casquete en la parte inferior, al que están sujetos los alambres de platino que comunican con los extremos del filamento.

150. Lámpara Maxin. —El filamento es de cartón Bristol carbonizado, dispuesto en forma de M y ence-

rrado en un globo de cristal, en el que hay una atmósfera rarificada de *gasolina*.

151. Los datos principales de estas lámparas, son las que á continuacion se expresan:

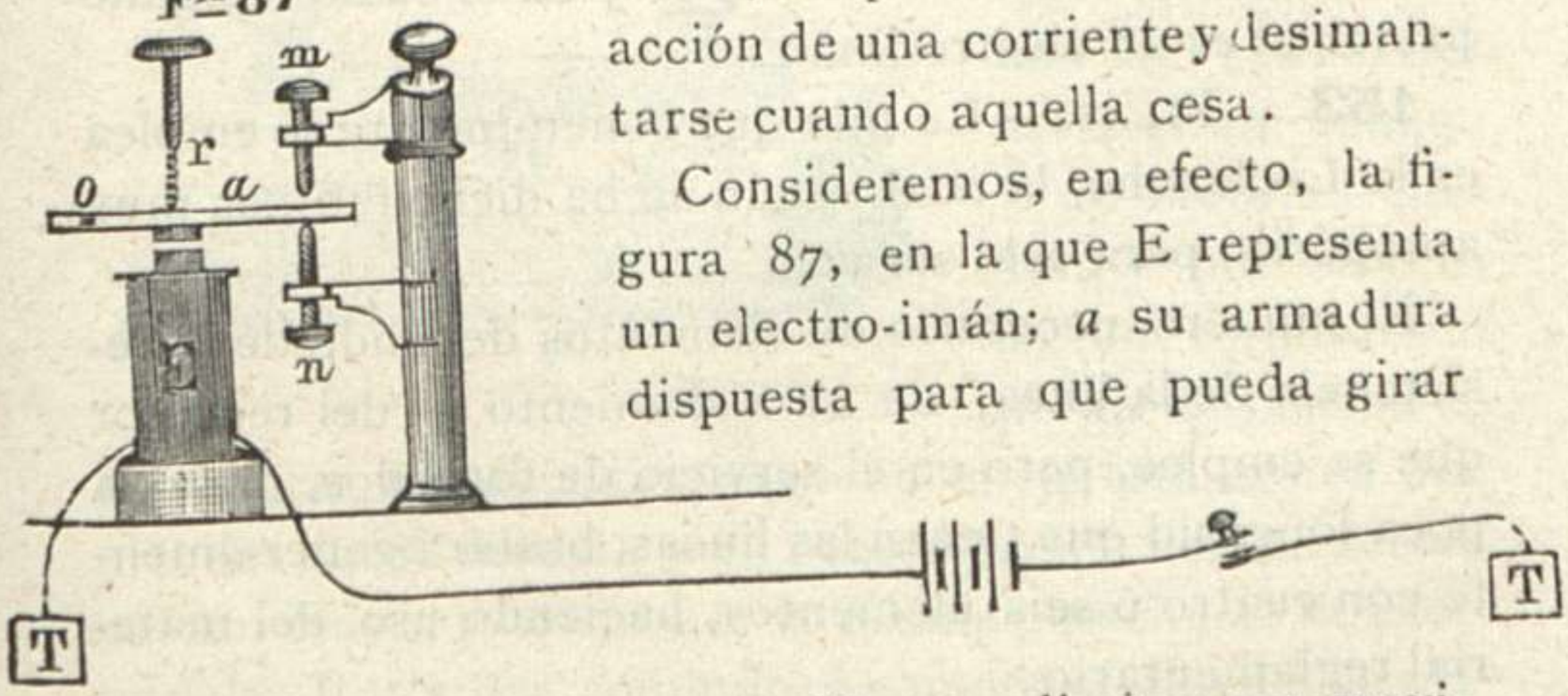
	Edisson.	*Swan.*	*Maxin.*
Resistencia en caliente en Ohms.	137	33	41
Intensidad de la corriente en Amperes.	6,65	1,49	1,38
Diferencia de potencial entre los terminales en Volts..	89	47	56
Bujías por caballo de vapor..	196	177	151
Lámparas de 16 bujías por caballo..	12	11	9

CONFERENCIA XIV.

TELÉGRAFOS ELÉCTRICOS.—TELÉFONO.—MICRÓFONO.

152. Los telégrafos eléctricos están fundados, según dijimos (96), en la propiedad que tiene el hierro dulce, de poder imantarse por la acción de una corriente y desimantarse cuando aquella cesa.

F.ª 87



Consideremos, en efecto, la figura 87, en la que E representa un electro-imán; *a* su armadura dispuesta para que pueda girar sobre el punto *o*, *m* y *n*, tornillos que limitan sus movimientos y *r* resorte para mantenerla en posición separada del núcleo del electro-imán.

Establecidas las comunicaciones del modo indicado en la figura, con una pila y una llave, cada vez que esta se baje, se completará el circuito de la pila á través del alambre del electro-imán, este se hará activo y la armadura será atraida, venciendo la fuerza del resorte *r*, y permanecerá atraida todo el tiempo que el circuito esté cerrado; si se levanta la llave, el circuito se interrumpe y la armadura, solicitada por el resorte, vuelve á su primera posición.

Los movimientos de la armadura se podrán producir cualquiera que sea la distancia que medie entre la llave y el electro-imán, siempre que la corriente tenga suficiente intensidad, por consiguiente se comprende la posibilidad de establecer la comunicación entre dos puntos lejanos, utilizando dichos movimientos.

Los elementos que se necesitan para este objeto, según lo expuesto, son: una pila, un conductor metálico ó *línea*, convenientemente aislado, una llave ó *manipulador* y un aparato dispuesto para recibir las señales, al que se le dá el nombre de *receptor* y en el cual el órgano principal es un electro-imán.

153. Pilas.—La pila que generalmente se emplea es la Leclanché, la cual, según se ha dicho (46), es muy apropósito para este servicio.

El número necesario de elementos depende de la resistencia de la línea, de su aislamiento y del receptor que se emplee, pero en el servicio de torpedos, dada la poca longitud que tienen las líneas, bastará generalmente con cuatro ó seis elementos, haciendo uso del material reglamentario.

154. Líneas.—Cuando las estaciones de *salida* y *llegada* que se trata de poner en comunicación, no están separadas por el mar, se aisla la línea, disponiendo los

alambres como se ha indicado (75) ó bien por debajo de tierra, cubriéndolos con gutta-percha ó goma y colocándolos en el interior de tubos resistentes para protegerlos de la acción de la humedad y de los animales dañinos que pudieran destruirlos. Las primeras se llaman *líneas áreas* y las segundas *líneas subterraneas.*

Si la comunicación debe establecerse á través del mar, se emplean cables especiales semejantes á los usados en el servicio de torpedos, cuya descripción puede verse más adelante, y las líneas se llaman *submarinas.*

155. Manipulador. —Tiene por objeto mandar la corriente de una estación á la otra á través de la línea é interrumpirla fácil y rápidamente.

A cada aparato receptor corresponde su manipulador especial, pero solo describiremos el que se emplea con el receptor Morse, por ser este el adoptado en el servicio de torpedos.

Se compone, fig. 88, de una palanca de latón B C, que gira sobre un eje E terminada por uno de sus extremos, en un mango B de ebonita ó madera y por el otro en un tornillo con punta de platino *c*.

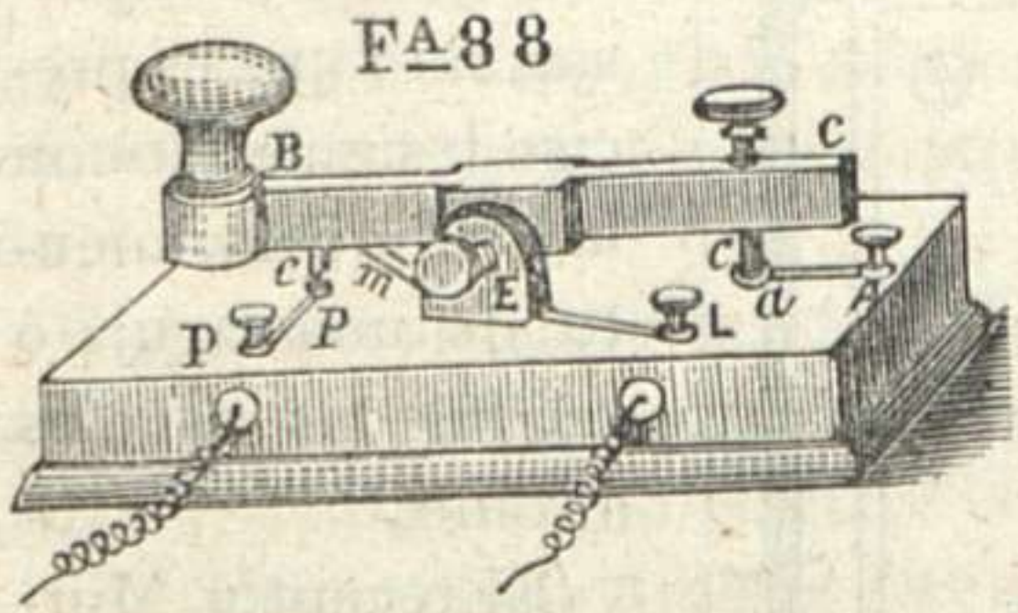


Fig. 88

El soporte metálico que sostiene el eje está fijo en una planchuela de madera y en comunicación con un terminal L. Hay además sobre la misma planchuela dos terminales P y A que comunican con dos contactos de platino *p* y *a*.

El terminal A se pone en comunicación con el aparato receptor, el L con la línea y el P con el polo positivo

de la pila. Un muelle *m* mantiene establecida la comunicación entre la palanca B C y el contacto *c*, é impide que se establezca entre el contacto *p* y otro de platino también fijo á la palanca, á menos que se baje esta apoyando la mano sobre el mango B.

156. Receptor.—Hay como hemos dicho diferentes clases de receptores, pero pueden dividirse en dos grupos: unos, en los que las comunicaciones que se reciben quedan impresas por medio de letras ó de signos convencionales llamados telégrafos *impresores*, y otros en que no quedan impresas, sino que es preciso ir siguiendo con la vista el movimiento de una aguja ó recibir las señales al oido.

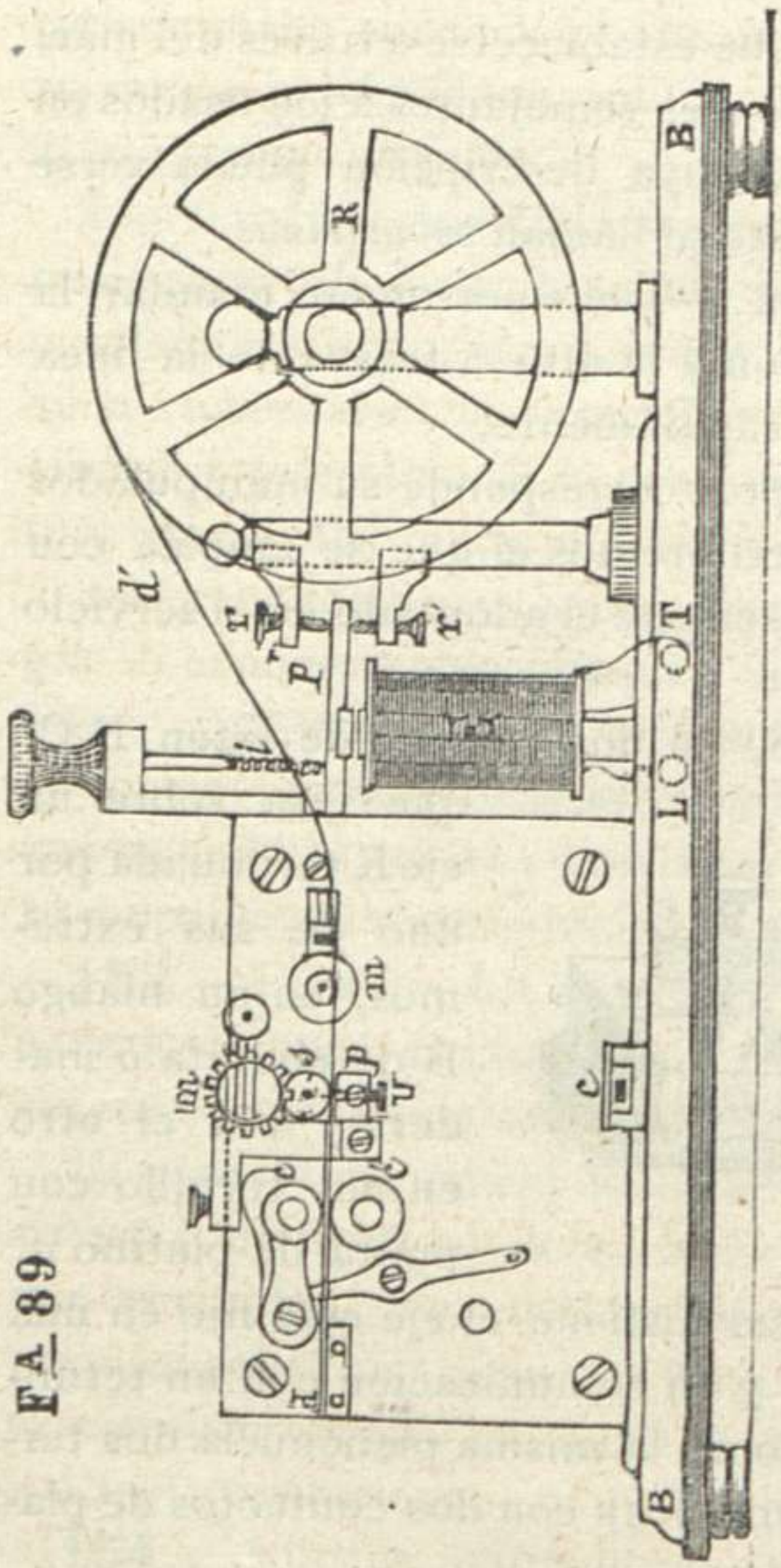


FIG. 89

El receptor Morse, fig. 89, pertenece al primer grupo y se compone de un electro-imán vertical E, fijo en la base B del aparato, cuya armadura se halla unida á una palanca P P' que

puede girar sobre un punto situado en el interior de la caja metálica A. La armadura se mantiene separada de los polos del electro-imán por el resorte *i* cuya tensión regula un tornillo situado en la parte superior, y sus movimientos se limitan por los tornillos *r* y *r'*. *c c'* son dos cilindros dispuestos como los de un laminador, movidos en sentido contrario uno de otro por medio de un aparato de relojería contenido en el interior de la caja metálica A, los cuales arrastran en su movimiento una *cinta* de papel *d'* enrollada sobre la rueda R

Esta cinta, antes de pasar por los cilindros que le imprimen el movimiento, pasa entre la rueda *s* que tiene el borde agudo y el extremo de la palanca unida á la armadura que termina en uno piezecita de forma de prisma triangular P llamada comunmente la *cuchilla*. Para conservar la cinta en esta posición, le sirven de guías un pequeño carrete *m*, y unas pinzas con un muelle de acero que la oprimen ligeramente.

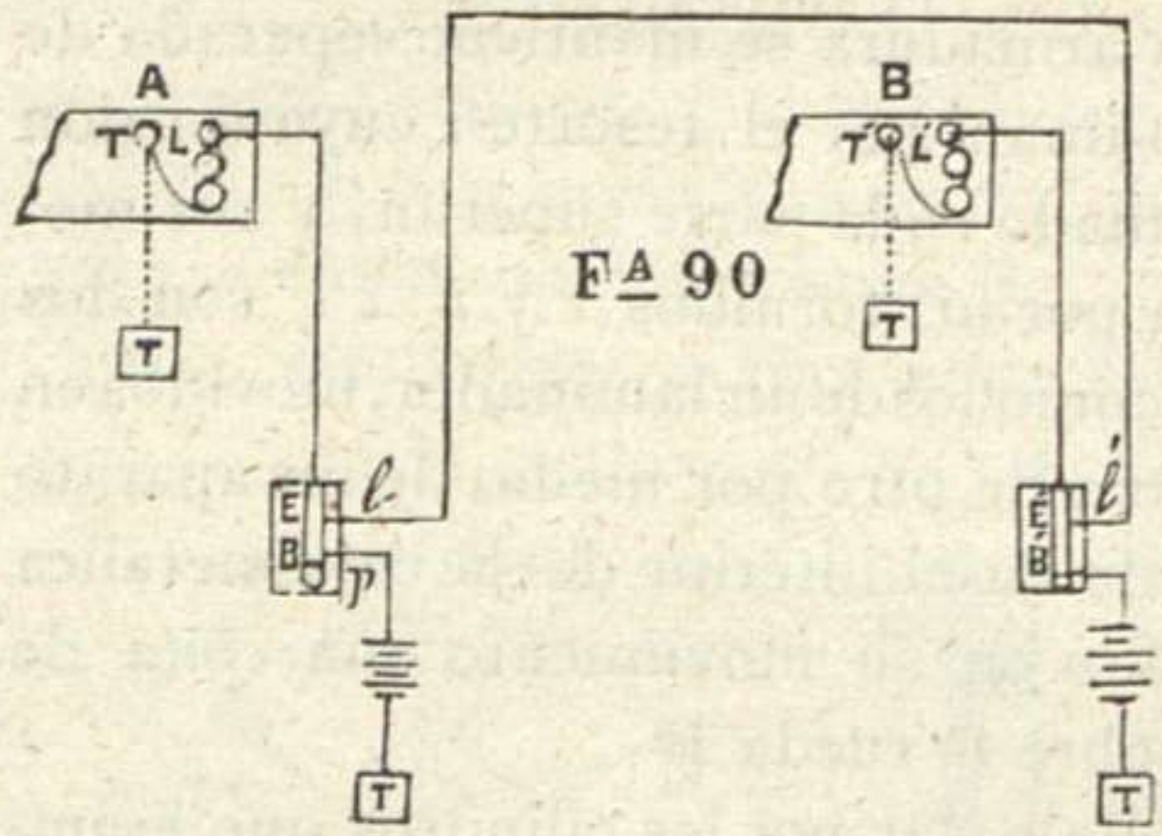
La rueda *s* gira también movida por el aparato de relojería antes citado y al hacerlo, su canto se impregna en tinta grasa que tiene en depósito un rodillo de paño *n*.

Cuando el receptor no funciona se puede detener el movimiento del aparato de relojería, por medio de una palanca *c* dispuesta al efecto.

Por último, los extremos del alambre aislado, que rodea los carretes del electro-imán E, comunican el uno con el terminal L y el otro con el T, marcados con puntos, por estar situados en la parte posterior del aparato.

157. Modo de funcionar los aparatos.—Establecidas las comunicaciones del manipulador, pila y receptor, del modo indicado en la fig. 90, en ambas estaciones, cada vez que se baje la llave del manipulador,

en cualquiera de ellas, A por ejemplo, oprimiendo el mango B pasará una corriente á la línea que seguirá el círcuito polo + de la pila — P — B — E — *l* línea — *l'* — L' (por estar el manipulador de la estación B en su posición normal, fig. 88), — electro-imán — T, y como el polo negativo de la pila está en tierra, se cerrará el circuito. La armadura será atraida por el electro-imán E, fig. 89, venciendo la fuerza del resorte *r* y su extremo *p*, obligará á la cinta de papel *d* á tocar en el borde de la rueda *s*, con lo cual quedará marcada una línea de tinta en su parte media.



Si se interrumpe el circuito, dejando libre el manipulador, cesará la corriente, el resorte *r* llevará la armadura á su primera posición, la cinta de papel dejará de estar en contacto con la rueda *s* y se interrumpirá el trazo de tinta. La longitud de la línea de tinta, dependerá del tiempo que haya estado cerrado el circuito y de la velocidad con que se mueva la cinta de papel. El aparato de relojería está ya dispuesto para imprimir á la cinta una velocidad tal, que si el circuito está cerrado solamente durante un momento, quede marcado un punto algo prolongado (-) y una raya (—) si la duración fuera algo mayor.

158. Estos dos signos dan lugar á una porción de combinaciones, entre las cuales, la adoptada por casi todas las naciones para representar el alfabeto, es la siguiente:

ALFABETO DE MORSE.

a	- —	n	— -
b	— - - -	ñ	— — - — —
c	— - — -	o	— — —
ch	— — — —	p	- — — -
d	— - -	q	— — - —
e	-	r	- — -
f	- - — -	s	- - -
g	— — -	t	—
h	- - - -	u	- - —
i	- -	v	- - - —
j	- — — —	x	— - - —
k	— - —	y	— - — —
l	- — - -	z	— — - -
m	— —		

NÚMEROS.

1	· — — — —	6	— - - - -
2	- - — — —	7	— — - - -
3	· - - — — —	8	— — — - -
4	- - - - —	9	— — — — -
5	- - - - -	0	— — — — — (*)

SIGNOS CONVENCIONALES. (**)

Llamada preliminar — · — · — · —

(*) El cero en la práctica se representa por una raya larga.

(**) Hay algunos otros signos convencionales, pero se han consignado solamente los que se consideran necesarios para el servicio de torpedos.

Urgente - - - - - - - - - -
Urgentísimo - - - - - - - - - — - — -
Error - - - - - - - - - -
Despacho oficial - - - — - -
Espera - — - - -
Inteligencia - - - — -
Repetición - - — — - -

Las distancias entre los puntos y rayas de cada letra deben ser de un punto; las letras deben estar separadas unas de otras por una distancia igual á tres puntos y las palabras unas de otras por la de cinco puntos.

Aun cuando á primera vista parece complicado el uso del alfabeto, es sin embargo muy fácil de adquirir en poco tiempo la práctica necesaria para comunicar y descifrar los telegramas con gran rapidez.

Para conseguirlo debe seguirse el método siguiente: Se empieza por aprender de memoria el alfabeto lo cual se consigue escribiendo frases con los signos que representan las distintas letras, y descifrando las escritas por otro con dichos signos. Esto se hace primero con la clave delante y al poco tiempo se podrá ya prescindir de ella.

Cuando se sepa de memoria el alfabeto se toma un manipulador de los descritos (155) y se empieza por hacer una série de puntos procurando que cada uno esté separado del que le sigue por una longitud igual á la suya, para lo cual es preciso, teniendo el manipulador cogido por el botón ó mango B fig. 88, que la mano esté el mismo tiempo baja que levantada. Una vez conseguido el hacer los puntos con claridad, se pasa á hacer rayas separadas unas de otras por el intérvalo de un punto, y como la longitud de estas ha de ser la de tres puntos, será preciso tener la mano baja más tiempo que levantada.

Enseguida se pasa á hacer las letras por su órden, y el sonido producido por los contactos del manipulador dá á cada una de ellas un carácter especial que el oido aprende pronto á distinguir.

Cuando se sepan hacer todas las letras se pasa á formar las palabras y enseguida las frases.

Debe procurarse la regularidad tanto en la longitud de los puntos y rayas que constituyen las letras, como en su separación y en la que debe haber entre unas y otras letras y entre las palabras, sin cuidarse en la rapidéz de la manipulación, la cual se adquiere después fácilmente.

159. Como accesorios se necesitan en las estaciones telegráficas los aparatos siguientes: galvanómetros, campanillas, pararrayos y conmutadores, además de los conductores necesarios para comunicar unos aparatos con otros.

GALVANÓMETROS.—Ya los hemos dercríto (102) y su objeto en las estaciones telegráficas, es el de comprobar el paso de las corrientes.

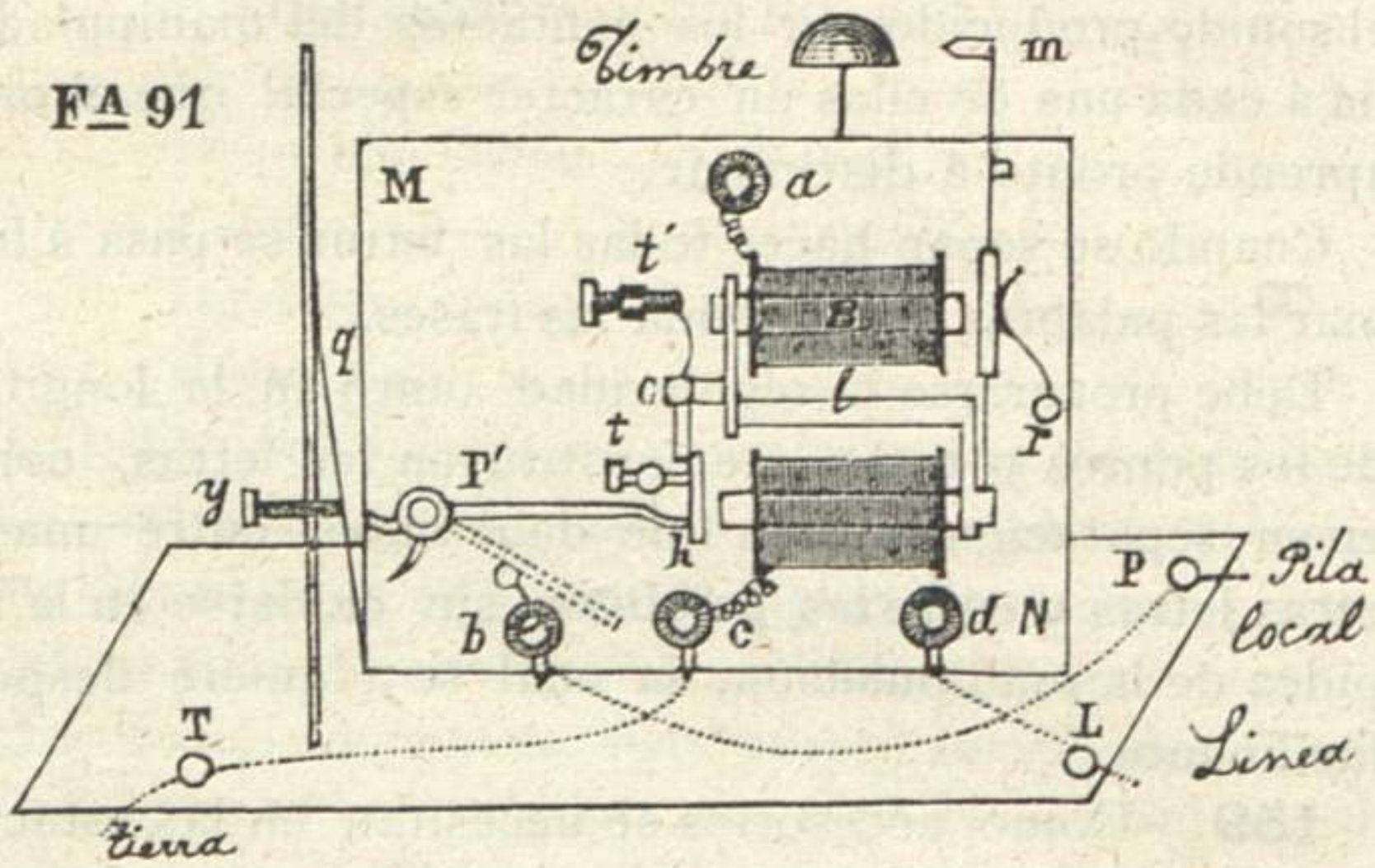
160 CAMPANILLAS.—Sirven para avisar de una estación á otra que se va á comunicar, porque como el ruido que producen los contactos de la armadura del receptor, no es muy fuerte, sería preciso que hubiese constantemente un empleado á su lado.

Las hay de diferentes clases, pero como todas están basadas en el mismo principio, bastará con describir una cualquiera de ellas.

La fig. 91 representa la que tenemos en la Escuela: M N es una plancha de metal. A y B son dos electroimanes aislados de la plancha por medio de descansos de madera: la armadura del primero es la *o h* giratoria en *o* y la del segundo la varilla *m* terminada en un mar-

tillo, la cual puede oscilar sobre el eje del electro-iman

FA 91



A; *r* es un muelle que está en contacto con la varilla *m*, *t* y *t'* dos tornillos con puntas de marfil, que regulan el giro sobre *o* de la armadura *o h*.

a b c y *d* son cuatro terminales aislados por medio de arandelas de ebonita; los *a* y *c* comunican entre sí por detras de la plancha por medio de una tira de laton tambien aislada.

Los extremos del hilo del carrete del electro-iman A, están unidos á los terminales *c* y *d* los cuales á su vez comunican con los L y T.

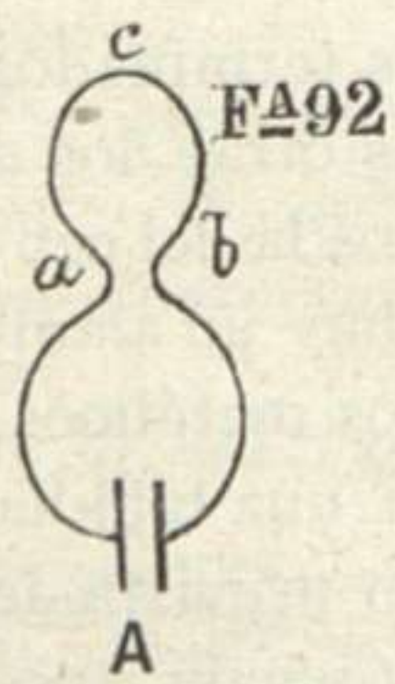
El extremo interior del hilo del carrete B comunica con el núcleo del mismo y con la cruceta *l*, y el otro con el terminal *a*. P' es una palanca que puede ocupar la posición de la figura ó la marcada por la línea de puntos. Al estar en esta última, se pone en contacto con un muelle que comunica con el terminal *b* y para volverla á colocar en su primera posición se oprime el boton *y* y el muelle *q* apoya en su extremo y la levanta.

Los terminales P, L y T se ponen en comunicación

el primero, con la pila de la estación llamada *pila local*, el segundo con la línea y el tercero con tierra.

El modo de funcionar este aparato es el siguiente: cuando la estación que quiere comunicar manda la corriente á la línea, entrará en el aparato por L y seguirá el circuito siguiente L-*d*-carrete inferior-*c*-T y como el otro polo de la pila que envia la corriente está en tierra, el circuito se cerrará, el electro-imán inferior se hará activo, atraerá su armadura *o h* y la palanca P′ caerá, se pondrá en contacto con el terminal *b* y cerrará el circuito de la pila local del modo siguiente: P-*b*-P′-eje de estaplancha M N-resorte *r*-varilla *m*-cruceta *l*-núcleo de B-extremo del alambre del electro-imán B-*a*-*c*-tierra. Al cerrarse el circuito la varilla *m* será atraida, pero en el momento que se separe del muelle *r* el circuito quedará cortado; cuando esto suceda, la varilla volverá á su primera posición, el circuito se establecerá de nuevo, la varilla será otra vez atraida, y así sucesivamente. Cada vez que se cierre el circuito, el martillo *m* chocará con el timbre y esta série de choques, producirá un ruido perceptible á bastante distancia.

*161. Pararrayos.—Tienen por objeto, como hemos dicho (37), el preservar los cables y aparatos de los efectos producidos por la electricidad atmosférica.



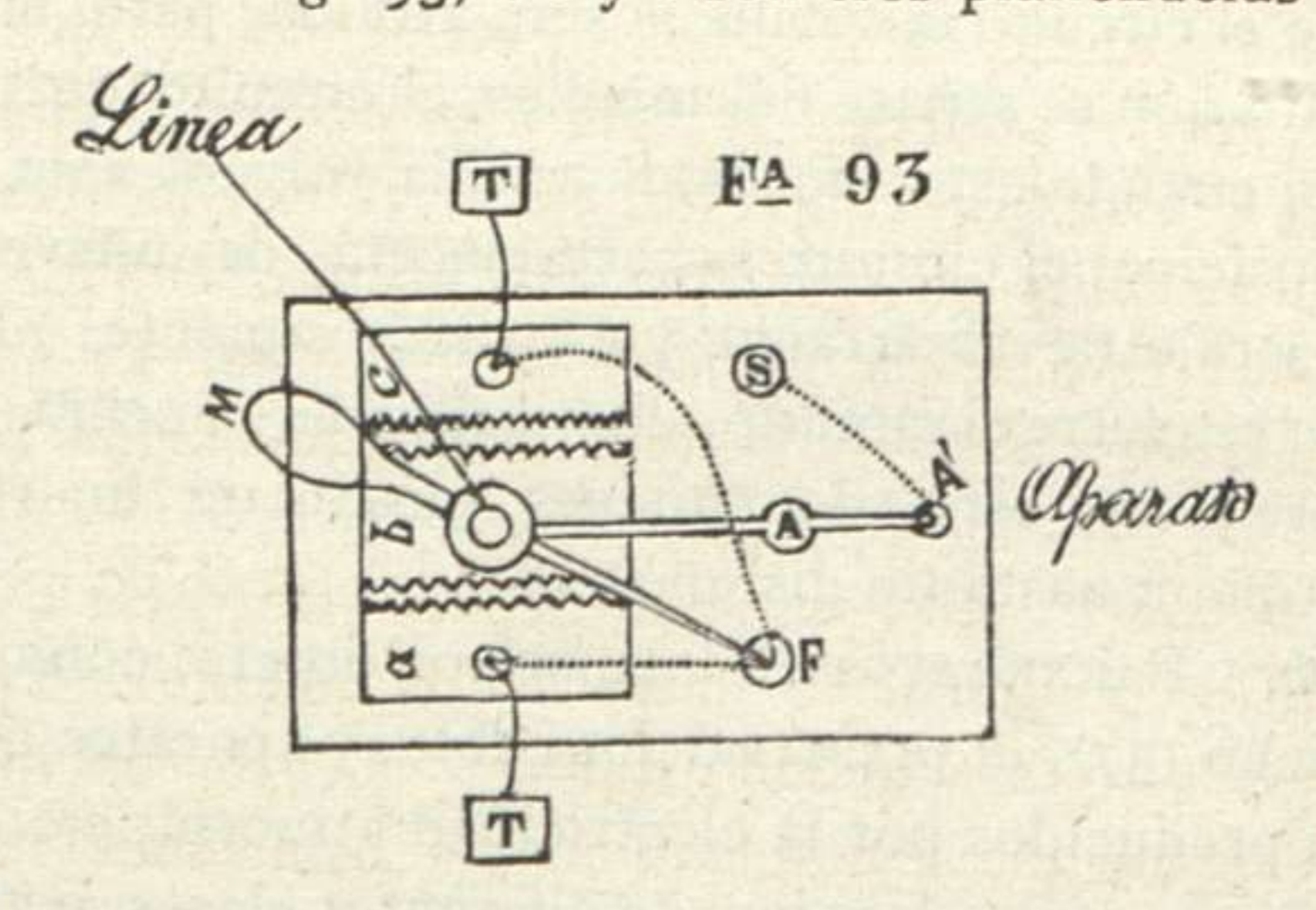
FÆ92

Los hay de diferentes clases, pero todos están fundados en el siguiente experimento de Faraday: Si A, fig. 92, es una jarra de Leyden ú otro condensador cualquiera, en el cual la diferencia de potencial entre sus armaduras es muy grande, al unirlas por medio de un alambre de la forma *a c b* en el que la distancia entre los puntos *a* y *b* sea muy pe-

queña, la mayor parte de la descarga, se efectuará á través de ellos en forma de chispa y muy poca ó casi nada pasará como corriente á través del alambre, á pesar de ser la resistencía de éste mucho menor que la del espacio de aire que media entre *a* y *b*. Si la diferencia de potencial fuese pequeña, entónces toda la descarga pasaria en forma de corriente y no saltaria la chispa.

Este experimento explica también las averias que sufren los cables subterráneos y aun más los submarinos á consecuencia de la influencia de la electricidad atmosférica.

Uno de los para-rayos más generalizados, es el que representa la fig. 93, *a b* y *c* son tres planchuelas de la-



tón, la del centro *b*, tiene dos de sus lados terminados en una porción de dientes muy agudos y las otras dos *a* ʎ *c* tienen también dentado el lado próximo á la del centro. A A' es un tubo en el interior del cual hay un alambre muy fino. F, A y S son tres contactos metálicos, fijos lo mismo que las planchuelas *a b* y *c* á una tablilla rectangular y *b* F es una planchuela de latón provista de un mango de madera M, que gira sobre *b* y puede apoyar en cualquiera de los contactos F, A ó S según se

quiera. Las planchuelas *a* y *c* se ponen en comunicación con la tierra y con el contacto F; el contacto S con el terminal A′ y el A con este último y con *b* por medio del alambre fino antes citado. El alambre de la línea se pone en comunicación con *b* y el del aparato con el terminal A′.

Conocido el aparato es fácil darse cuenta del modo de funcionar. En tiempo despejado la planchuela metálica, se apoya sobre S y la corriente de la linea pasa directamente á los aparatos por el alambre S A′; cuando hay algún temor de que la electricidad atmosférica produzca algún desperfecto se pone en A; entonces la comunicación se establece á través del alambre fino y si llegasen á la placa *b* grandes cantidades de electricidad, ésta se escaparía por las puntas á las placas *a* y *c* y á la tierra ó fundiría el alambre contenido en el tubo con lo cual quedarían aislados los aparatos; por último, cuando la planchuela *b* F, ocupe la posición de la figura, los aparatos quedarán aislados y la línea en comunicación con la tierra.

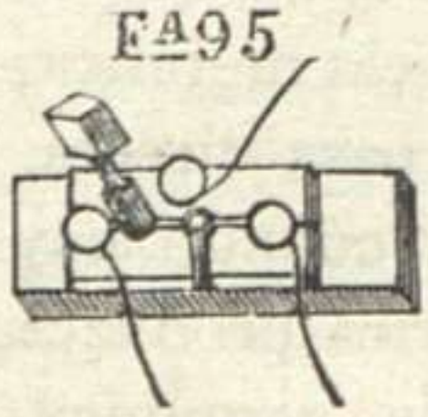
162. Conmutadores.—Sirven para establecer ó interrumpir la comunicación entre dos conductores ó para cambiar las que se hallen establecidas entre los diferentes aparatos que se emplean en las estaciones telegráficas.

Cuando solo se trate de establecer ó interrumpir la comunicación entre dos conductores, puede emplearse el representado en la fig. 94, que consiste en dos planchuelas metálicas fijas sobre una de madera ó ebonita, aisladas una de otra y con un agujero entre ambas en el que se puede introducir una clavija metálica con un mango aislador. Si la clavija

está puesta, se establecerá la comunicación entre ambas planchuelas, y por consiguiente, entre los conductores unidos á ellas y para interrumpir el circuito no habrá mas que quitarla.

Si se trata de variar la union de un conductor respecto á otros dos, puede servir el representado en la fig. 95,

FIG 95



que consiste en tres planchuelas metálicos, dispuestas del mismo modo que en el anterior sobre una planchuela aisladora y en comunicación respectivamente con los conductores cuya unión se trata de cambiar; entre la planchuela superior, que tiene doble longitud que las otras dos y estas, hay unos agujeros en los que puede entrar á frotamiento suave una clavija metálica provista de un mango aislador.

Otro conmutador bastante usado es el conmutador *universal* ó conmutador *suizo*, por medio del cual puede variarse la comunicación entre un número cualquiera de conductores. Consiste en una série de planchuelas gruesas de latón incrustadas en una tabla, sobre las que se fijan eu ángulo recto otras iguales pero sin tocar á las inferiores. Tanto estas como las superiores terminan en prensas para unir á ellas los conductores.

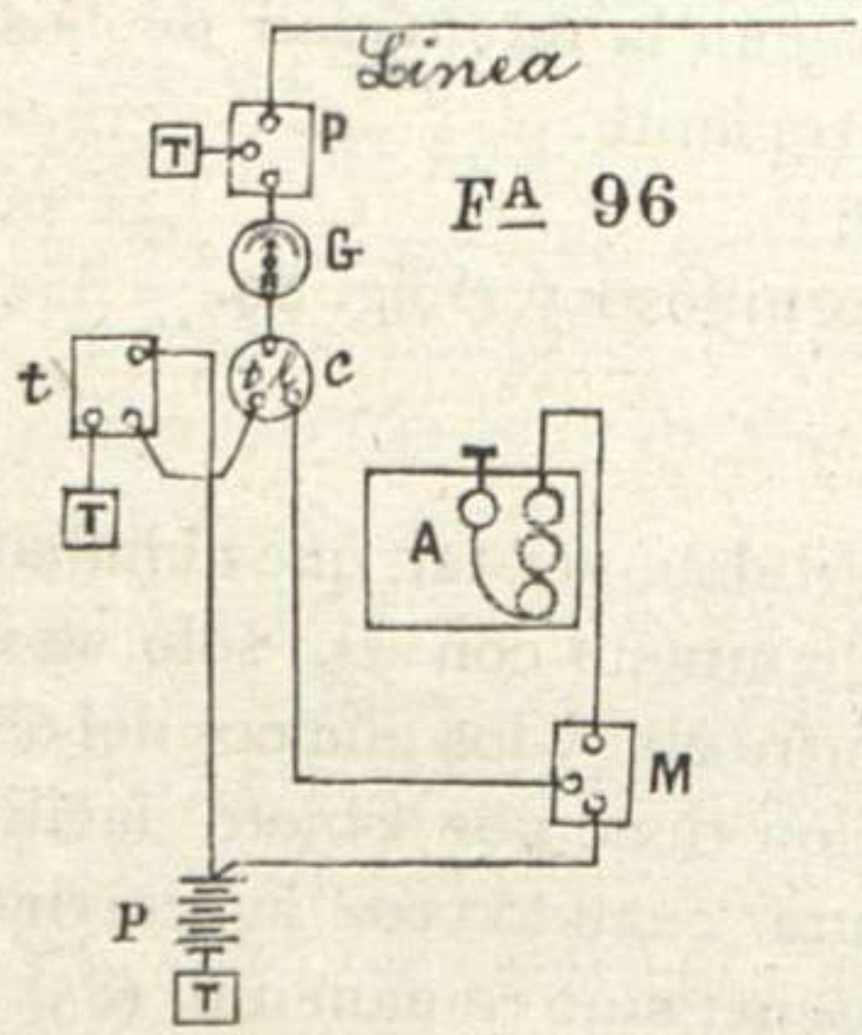
En los puntos en que se cruzan, existen unos agujeros que profundizan hasta un poco más abajo de las planchuelas inferiores en los cuales puede introducirse una clavija metálica; de este modo cualquiera de las planchuelas superiores puede ponerse en comunicación con la que se quiera de las inferiores con solo introducir la clavija en el punto en que se crucen.

Hay otro sistema de conmutadores que está muy generalizado: consiste en un disco de madera, en el centro del cual hay una pequeña columna metálica, sobre

la que puede girar una planchuela de latón provista de un mango aislador; en el borde del disco de madera hay fijos dos contactos, sobre los cuales apoya al pasar dicha planchuela. Los contactos se hallan unidos á unas prensas ó terminales lo mismo que la columnita del centro, que sirven para conectar á ellas los conductores; de este modo cuando la planchuela está colocada sobre el contacto de la izquierda, la corriente marchará desde el conductor central al que esté unido á dicho contacto, y al otro, cuando descanse sobre el de la derecha.

Se comprende que aumentando el número de contactos se podrá siempre establecer la comunicación entre el conductor central y los restantes, pero no entre dos cualquiera de ellos, como sucede en el conmutador universal.

163. Instalación de los aparatos en una estación telegráfica extremo de línea.—La fig. 96 indica el modo de disponer los aparatos en una estación extremo de línea: P es el pararrayos, G el galvanómetro, *c* un conmutador, *p* la pila, *t* el timbre y A el aparato receptor; la planchuela del centro del pararrayos, se pone en comunicación con la línea y además se establecen entre los aparatos, por medio de alambres, las comunicaciones indicadas en la figura.



Fª 96

Listos para recibir.—El conmutador en t: de este modo cualquier corriente que entre por la línea seguirá el cir-

cuito siguiente: línea-P-galvanómetro G-Conmutador-*t*-timbre-tierra; el timbre empezará á sonar (160) y en el momento de oirlo se cambia el conmutador á *l* y el circuito de la corriente será: línea-P-Galvanómetro G-conmutador-*l* manipulador-L del aparato-electro-imán E-tierra, la armadura será atraida, y poniendo en movimiento el aparato de relojería del receptor, se recibirá la comunicación.

Para comunicar. —Se pone el conmutador en l, y cada vez que se baje el manipulador la corriente de la pila local seguirá el circuito polo +— — manipulador-*l* del conmutador-Galvanómetro G-pararrayos-línea y por ella á la otra estación.

164. Regulación de los aparatos.—Primero se arregla el movimiento de la cuchilla por dos operaciones sucesivas; la primera tiene por objeto colocarla en la mejor posición de funcionamiento y la segunda corregir dicho funcionamiento según la intensidad de la corriente de la estación que trasmite.

Esta regulación se hace:

1.° Por medio de los tornillos *r* y *r'* fig. 89.

2.° Por el tornillo *u*.

3.° Por el resorte *l*.

La posición del tornillo *r'* debe ser tal, que al hallarse la armadura atraida y en contacto con él, solo se vea una faja de luz muy fina entre ella y los núcleos del electro-imán. Dicha disposición tiene por objeto facilitar la separación de la armadura cuando cesa la corriente evitando los efectos del magnetismo remanente. (85)

El tornillo *v* se ajusta del modo siguiente: primero se apoya el dedo sobre la armadura hasta llevarla al contacto con el tornillo *r'* y al poner en movimiento el aparato de relojería la cinta de papel debe correr con faci-

lidad entre la cuchilla *p* y la rueda *s* sin que quede marcada en ella ninguna impresión de tinta; enseguida se va apretando dicho tornillo *v* muy poco á poco hasta que se obtenga una raya clara, y bien marcada; entonces se deja la armadura en libertad y al estar en su posición normal, la rueda *s* debe estar separada de la cuchilla *p* lo suficiente para que no quede en la cinta ninguna impresión.

Después se arregla el tornillo *r* de modo que la armadura pueda moverse en un espacio de 1,5 m|m, próximamente. Cuando la armadura esté libre y en contacto con dicho tornillo, al correr la cinta no debe quedar sobre ella ninguna impresión.

Si al bajar la armadura con el dedo no se levanta por sí sola cuando se la deja libre, se aumenta la tensión del resorte *i* por medio del tornillo colocado en la parte superior hasta obtener dicho resultado.

El aparato queda así arreglado, pero puede suceder que la corriente que envia la estación qae trasmite, sea demasiado fuerte ó demasiado débil.

Se conoce que es demasiado fuerte cuando queda marcada una raya casi contínua y entonces es preciso aumentar la tensión del resorte *i* lo cual debe hacerse muy poco á poco.

Cuando es demasiado débil se nota en que la armadura es atraida con muy poca fuerza y las letras quedan muy mal marcadas ó sin marcar y en este caso es preciso disminuir la tensión del resorte.

Esta regulación se hace, generalmente, enviando la estación lejana la letra V · - · — y aumentando ó disminuyendo la tensión del resorte hasta que salga clara. Con alguna práctica el oido es el que mejor aprecia el ajuste.

165. Reglas que deben observarse para comunicar entre sí dos estaciones telegráficas A y B. —Si A quiere hablar con B, empezará por marcar en su manipuladór la letra B (*), inicial del nombre de la estación con que se trata de comunicar, repetidas veces y con pequeños intérvalos de una á otra letra — - - - — - - — - - - hasta que B conteste, que deberá hacerlo con inteligencia - - - — - seguida de la misma letra B - - - — - — - - -

El que llamó trasmite desde luego su despacho y para indicar que ha concluido pondrá al final de la comunicación la señal de inteligencia - - - — -

Si el que recibe, ha entendido contesta también inteligencia - - - — - y en caso contrario repetición - - — — - —

Cuando esto ocurra, la estación A, prévia la llamada y después que B le haya contestado del modo indicado, repetirá toda la comunicación.

Al finalizar la trasmisión de un parte si hay que comunicar algún otro se vuelve á repetir la inicial de la estación destinatoria.

Al concluir el servicio se dá cero ——— y la estación que recibe contesta de igual modo.

Si el despacho que se vá á trasmitir, es urgente, urgentísimo, oficial, etc., á la comunicación precederá el signo que lo indique.

Si el que recibe la comunicación deja de entender alguna palabra inmediatamente dará error ..... ; el que comunica dará inteligencia y el que recibe repetirá la última palabra que ha entendido, con lo cual el que

---

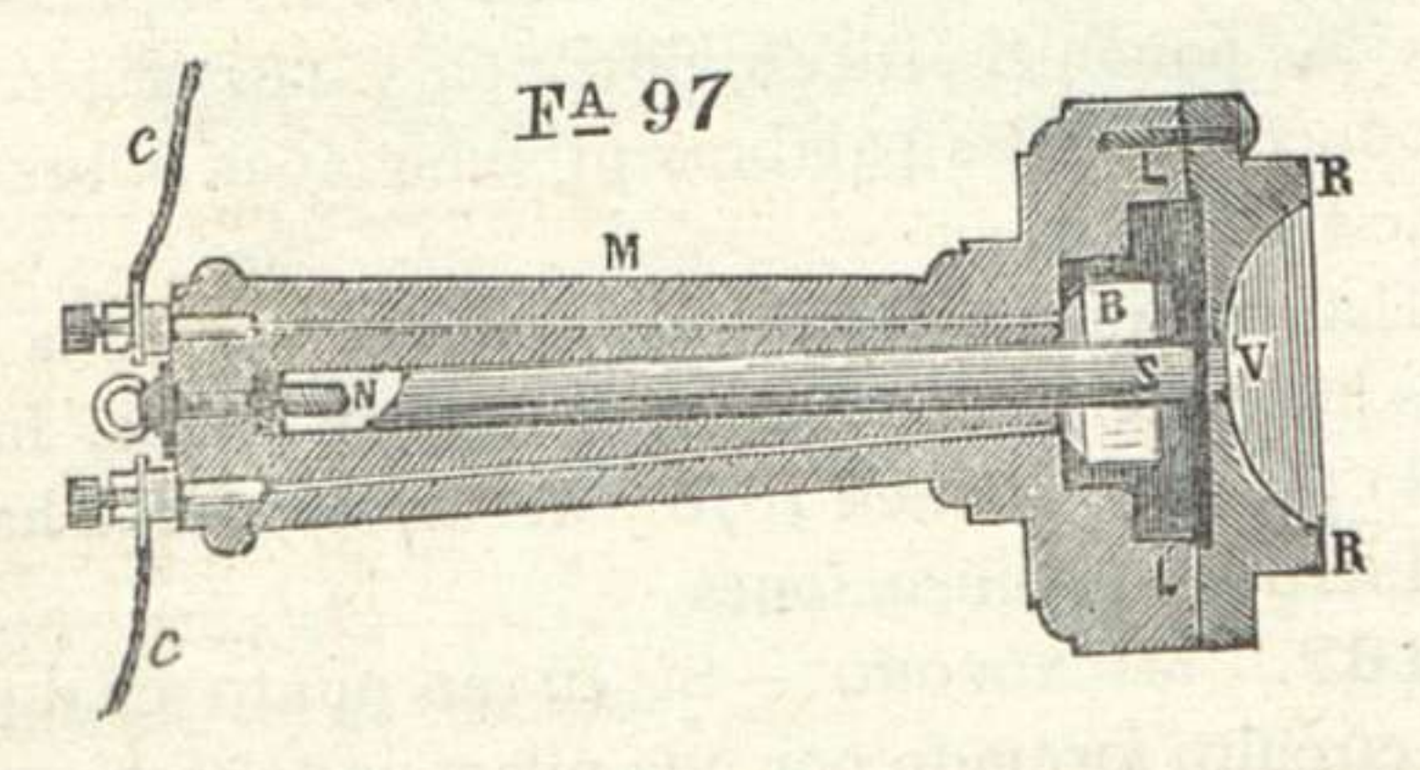
(*) Si hubiese varias estaciones cuyos nombres empezasen con la misma letra, en vez de marcar esta en el manipulador, se repetirán las dos ó tres primeras.

trasmite, continuará su comunicación empezando por dicha palabra.

166. Teléfono.—El teléfono es un aparato que sirve para trasmitir la palabra á distancia, fundado en la inducción que las corrientes ejercen sobre los imanes.

Dicho aparato puede sustituir con ventaja, en algunos casos, á los telégrafos en el servicio de torpedos en el que tiene además algunas otras aplicaciones.

Consiste en una barra de acero imantada N S fig. 97,



en uno de cuyos extremos se introduce un carrete de madera, rodeado por un alambre muy fino cubierto de seda.

La barra con el carrete vá dentro de un estuche de madera M de la forma indicada en la figura y asegurada á él por medio del tornillo N. Los extremos del hilo del carrete comunican con las prensas *c c* á las que se conectan los conductores que forman la línea.

Delante del polo S del imán y á muy corta distancia de él hay una lámina muy delgada de hierro dulce L L fija, por medio de la boquilla de madera R V que tiene un agujero en su centro V.

Al hablar delante de la boquilla del instrumento, las ondulaciones producidas en el aire por la voz hacen vibrar la lámina L L y estos movimientos causan alteraciones temporales en el magnetismo del imán, las cuales inducen corrientes en el alambre del carrete B.

Las corrientes inducidas pasan por el alambre de línea *c* y se reciben en un aparato igual colocado en el otro extremo; recorren el alambre del carrete de este segundo teléfono y originan de igual modo cambios temporales en el magnetismo del imán y en su consecuencia la lámina de hierro colocada cerca de él experimenta una série de atracciones más ó ménos rápidas é intensas que ponen el aire en vibración y dan orígen á la reproducción de las palabras pronunciadas sobre el teléfono trasmisor.

Este aparato permite distinguir la voz de la persona que habla aún á distancias de muchas millas; fué inventado por Mr. Bell en 1876 y desde esta fecha ha sufrido numerosas modificaciones.

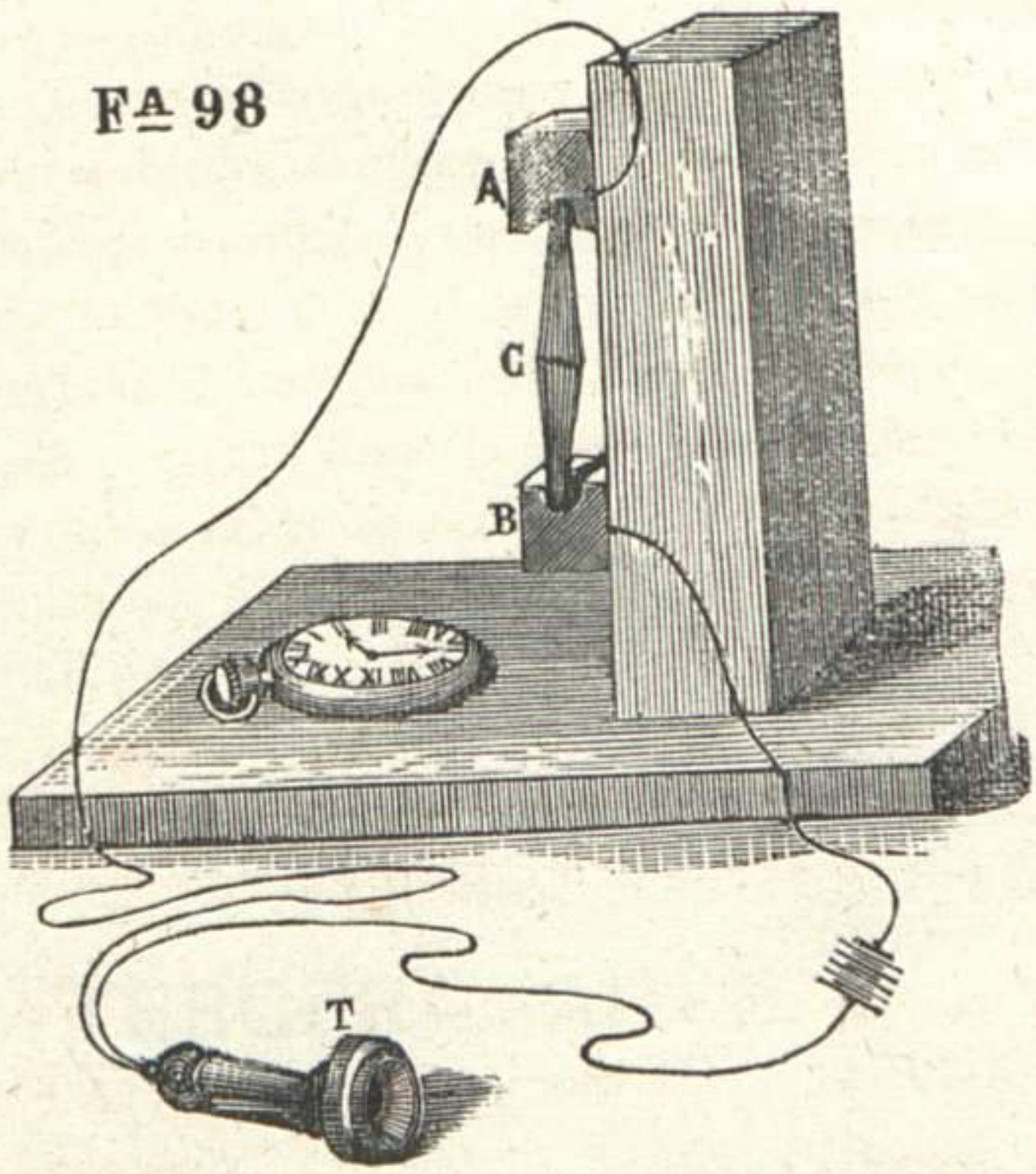
167. Micrófono.—Si en un punto cualquiera de un circuito formado por una pila y un teléfono, existe un contacto inperfecto, cualquiera alteración que este sufra hace que varíe la intensidad de la corriente y se produce un sonido en el teléfono.

Mr. Hughes, hizo la observación de que cuando el contacto imperfecto tiene lugar entre dos piezas de carbón ligeramente oprimidas una contra otra, el más pequeño sonido producido cerca de ellas, dá lugar á una alteración en la corriente.

El micrófono, fig. 98, consiste simplemente en dos ó más piezas de carbón A, C, B, dispuestas de modo que exista cierta presión entre ellas y puestas en circuito con una pila P y un teléfono T.

Este aparato es tan sensible, que el ruido producido

Fª 98



por una mosca al andar sobre su base, se percibe distintamente en el teléfono.

TERCERA PARTE.

MATERIAL DE TORPEDOS.

PRIMERA CONFERENCIA.

DEFINICIONES.—ENVUELTAS.—CARGAS Y SUS EFECTOS.

1. Los torpedos son unas máquinas de guerra que se emplean en la defensa de las plazas marítimas y en los combates navales y cuyo objeto es echar á pique ó causar averías de consideración en los buques enemigos y están fundados, en los efectos destructores que puede producir la detonacion, debajo del agua, de una sustancia explosiva cualquiera.

Los destinados á la defensa, se llaman *torpedos fijos ó minas submarinas* y también *torpedos defensivos* y los que se emplean en el ataque *torpedos móviles ú ofensivos*, pero tanto unos como otros reciben después diferentes denominaciones según el modo de usarlos.

Los torpedos fijos se dividen en *durmientes* ó *de fondo* y *flotantes*; durmientes son los que descansan sobre el fondo y flotantes los que mantenidos en posición por

medio de un ancla quedan bajo la superficie del agua á la inmersion que se desee.

Los móviles se dividen en las clases siguientes:

1.ª *Torpedos auto-móviles* son los que están dispuestos para que por sí mismos puedan moverse dentro del agua.

2.ª *Torpedos de botalón* son los que van colocados en el extremo de perchas ó botalones instalados en los buques mayores, en los torpederos ó en lanchas de vapor.

3.ª *Torpedos de remolque* los que, como su nombre indica, van remolcados y lo mismo que los de botalón pueden instalarse en los buques mayores ó bien en los torpederos ó lanchas de vapor.

4.ª Torpedos de *corriente* son los que se dejan ir á son de corriente para que esta los lleve á chocar contra el buque ú obstáculo que se trate de destruir.

Tanto en los torpedos defensivos como en los de ataque, el torpedo, propiamente dicho, consta de tres partes principales que son: la *envuelta*, la *carga* y la *espoleta*. Además de estas, hay que considerar otras no menos interesantes tales como los *cerradores de circuito*, los *cables*, los *anclas* para fondearlos, etc., etc. en los defensivos, y én los ofensivos las máquinas y demás disposiciones que se adopten para su buen funcionamiento.

TORPEDOS DEFENSIVOS.

2. Envueltas.—Se llaman así á las cajas ó recipientes destinados á contener la carga explosiva.

Las condiciones principales á que deben satisfacer el material de que se construyan las envueltas y la forma que estas deben tener son:

1.ª Permitir que la carga al hacer explosión desarrolle toda su energía.

2.ª Permitir que los torpedos puedan colocarse á distancias relativamente pequeñas unos de otros sin que la explosión de uno de ellos averíe las envueltas de los inmediatos.

Algunas experiencias verificadas para determinar cual es el material más conveniente, respecto á la primera condición, han demostrado que cuando se emplean las mezclas explosivas, las envueltas conviene que sean resistentes y que empleando los compuestos explosivos no hay ventaja en que lo sean; por consiguiente, convendrá en este caso, es decir, tratándose de los compuestos explosivos, emplear un material que sea duro para que responda á las exigencias mecánicas del problema, pero delgado para que no absorva sin necesidad parte de la energía de la carga.

Respecto á la forma, se ha visto que prácticamente no tiene influencia en los efectos de la explosión.

La 2.ª condición exige que el material y forma de las envueltas contribuyan á darles la mayor resistencia posible. Cuando se trata de torpedos durmientes, puede aumentarse el espesor de las envueltas todo lo que se quiera sin más límite, bajo el punto de vista que se considera, que el de no hacer que su peso sea tan grande que dificulte su manejo; pero tratándose de los torpedos flotantes, á medida que su peso aumenta hay que aumentar su volúmen para que puedan seguir flotando, de modo que aun prescindiendo de la 1.ª condición, cuando se empleen los compuestos explosivos, el expesor de las envueltas tiene su límite en la práctica al que se llega más pronto en los torpedos flotantes que en los durmientes.

En cuanto á la forma, con relación á la segunda condición, teóricamente, la más conveniente es la esférica, pero hasta ahora, si bien se emplea en algunas naciones, no se ha ganeralizado, debido sin duda á las mayores dificultades que presenta su construcción.

En los torpedos durmientes conviene también que la forma sea tal, que dificulte su rastreo y facilite su colocación sobre el fondo y en los flotantes es de interés que presente la menor resistencia á las corrientes.

La fundición permite dar fácilmente á las envueltas la forma que se desee y su empleo es también ventajoso bajo el punto de vista económico, pero no satisface á la 2.ª condición, pues las envueltas fundidas se rompen con facilidad por los efectos de las explosiones de los torpedos inmediatos; no obstante, en la actualidad, la casa *Latimer Clork Muirhead and C.º* de Lóndres, construye envueltas esféricas de fundición maleable que parece han dado buenos resultados en los ensayos que con ellas se han practicado.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto, puede establecerse como resúmen:

1.º Que el mejor material para construir las envueltas es la plancha de acero; pero por cuestión de economía la que más se emplea, hasta el día es la plancha de hierro; el espesor de esta es de 4 á 6 m|m en los torpedos flotantes y algo mayor en los de fondo.

2.º La forma más conveniente para los torpedos de fondo es la de una semi esfera ó la de un casqueteesférico, pero como sería relativamente costoso el construirlos de esta forma empleando la plancha de acero ó de hierro, puede decirse que la más apropósito en la práctica es la de un tronco cono, y tanto esta, como la de un cilindro con las bases bombeadas, son las más generalizadas.

3.° En los torpedos flotantes la forma más conveniente, prescindiendo de la esférica, es la de un tronco cono con la base mayor bombeada y la de un cilindro con las bases bombeadas.

4.° Si la fundición maleable estuviese exenta de los defectos que para el objeto que se considera, tiene la fundición ordinaria, es de creer que su empleo se generalizase, asi como el de la forma esférica.

3. Capacidad.—Las dimensiones de las envueltas dependen, en los torpedos durmientes, de la carga que hayan de contener; conocida esta y la forma que deba tener la envuelta, se calcula su volúmen por la relación $V = \frac{P}{D}$ en la que P reprenta el peso y D la densidad gravimétrica del explosivo que se emplée y expresando el primero en kilógramos, se obtiene el volúmen en decímetros cúbicos.

Las envueltas de los torpedos flotantes deben tener, para que puedan flotar, una capacidad mayor que la necesaria para contener la carga, pues necesitan desplazar un volúmen de agua que pese más que el torpedo cargado.

Dicha capacidad puede considerarse dividida en dos partes una, destinada á contener la carga llamada *cámara de carga* y otra para que puedan flotar llamada *cámara de aire ó de flotación*. En algunos torpedos hay un mamparo de plancha delgada de hierro que separa ambas cámaras; en otros como, por ejemplo, los de Mathieson que tenemos en España no existe división alguna, y por último en algunos sistemas la carga va en un cartucho ó recipiente de plancha delgada de hierro, independiente de la envuelta y se coloca en esta al preparar el torpedo. Esta disposición es sin duda alguna la

más conveniente pues los cartuchos pueden estar almacenados completamente listos sirviendo de envase á la sustancia explosiva que se emplee con lo cual se facilita mucho la operación de la carga.

4. Fuerza ascensional.—Se llama así á la diferencia entre el peso del torpedo y el del agua que desaloja, considerando como peso del torpedo, además del de la envuelta, el de la carga, el de los aparatos que lleve y el de la cadena ó amarra con que se fondée.

Los torpedos que se fondéen en sitios en que no haya corrientes en rigor, no necesitan tener más fuerza ascensional que la necesaria para que puedan flotar, pero en la práctica es preciso que tengan alguna más porque al permanecer algún tiempo debajo del agua la adherencia de moluscos y plantas etc., puede hacer que su peso aumente.

Cuando se fondéen en sitios de corrientes, conviene que tengan bastante fuerza ascensional para que se separen lo ménos posible de la vertical de su ancla, y segun Slleman dicha fuerza ascensional debe ser por lo ménos igual á tres veces la presión que sobre las envueltas ejerce la corriente. El volúmen que generalmente tiene la cámara de aire en los torpedos flotantes está comprendido entre dos y tres veces el de la cámara de carga.

5. Necesidad de que las envueltas sean estancas.—En los torpedos flotantes, sea cualquiera el explosivo que se emplée, es indispensable que las envueltas sean estancas.

La prueba de impermeabilidad puede hacerse inyectando aire por medio de una bomba hasta que un manómetro, dispuesto al efecto, indique la presión á que deban someterse y mojando enseguida la superficie con

agua de jabón; de este modo si hay algún escape lo indicarán las burbujas que se formen.

También puede hacerse inyectando agua.

En los torpedos de fondo si el explosivo que se emplea es el algodón pólvora ó la gelatina explosiva de guerra, no tiene importancia el que las envueltas no sean estancas, siempre que la carga iniciadora se conserve seca, pero con los demás explosivos usados hasta ahora, deberá serlo.

6. Estiva de la carga.—Algunas experiencias han demostrado la conveniencia de estivar la carga de un modo metódico, pero como la operación es laboriosa no siempre se efectúa.

Influencia de la cámara de aire.—Esperimental se ha comprobado que cuando se emplean las mezclas explosivas, una cámara de aire colocada en la parte superior del torpedo es ventajosa y que tratándose de los compuestos explosivos, la cámara de aire, de las dimensiones que de ordinario tiene en los torpedos flotantes, no tiene influencia en los efectos de la explosión.

7. Envueltas improvisadas.—Si hubiese necesidad de improvisar un torpedo, puede servir de envuelta cualquier clase de envases, tales como calderas viejas, damajuanas, barriles, cajones, etc., teniendo presente que será tanto mejor cuanto más se aproxime á reunir las condiciones que hemos indicado como ventajosas, lo cual dependerá de los recursos de que se disponga, y que siempre deben preferirse los envases metálicos á los de madera.

8. Cargas y sus efectos.—El fenómeno de las explosiones submarinas es muy complicado y no muy bién conocido para que tratemos de dar su explicación en es-

tas conferencias, pero para formarse una ligera idea de los efectos destructores que puede producir la detonación de una carga explosiva debajo del agua, consideremos un torpedo A fig. 1, lleno de una materia explosiva cualquiera y sumergido debajo del agua. En el momento de dar fuego á la carga se desarrollará una cantidad considerable de gases y tan pronto como la presión que ejerzan sea mayor que la resistencia de la envuelta que los contenga, ésta se romperá.

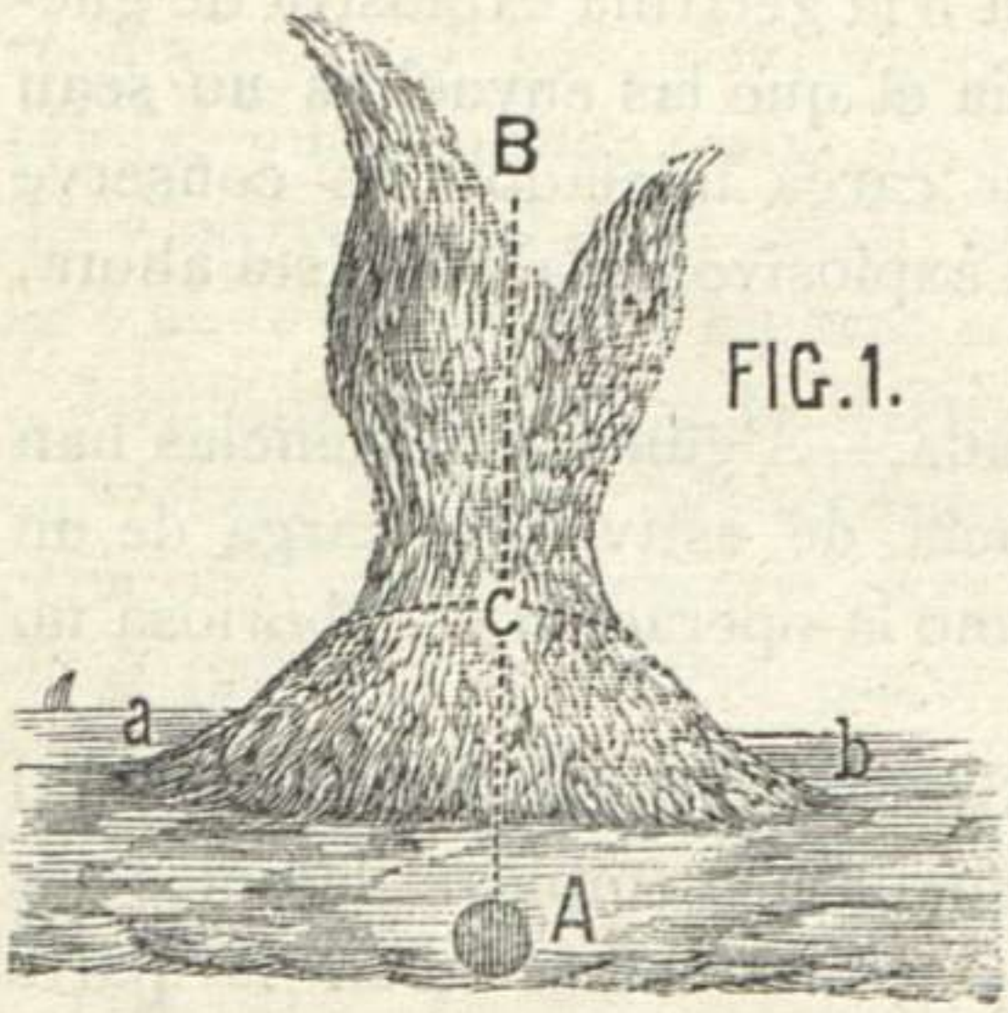


FIG. 1.

Los gases seguirán ejerciendo presión en todos sentidos á fin de crearse un espacio que pueda contenerlos y tratarán de escapar, lo que efectuarán según la línea de menor resistencia A B. El agua será empujada en todos sentidos y se producirán dos clases de efectos, unos exteriores y otros interiores; los primeros consistirán en una elevación del agua, lo cual dará lugar á la formación de un segmento esférico *a c b* cuya altura irá aumentando hasta que los gases, rompiendo la superficie, se lancen á la atmósfera.

Las primeras capas de aire serán vivamente atravesadas, lo cual producirá un vacío; además el agua que fué violentamente rechazada en todos sentidos, acudirá á llenar el espacio que ocupaban los gases y como resultado de estas diversas acciones se lanzará al aire en dirección vertical una columna de agua cuyo diámetro y

altura dependerá de la magnitud de la carga y de su mayor ó menor distancia á la superficie.

Los efectos interiores consisten en que en el momento de la explosión, las capas de agua que rodean á la envuelta sufren un choque violento y como el agua es prácticamente incompresible, el choque se va trasmitiendo de unas á otras, de modo que todos los objetos que se hallen sumerjidos en las proximidades del sitio que ocupe la carga, sufrirán más ó ménos según su distancia al centro de aquella, su magnitud, configuración del fondo, etc., etc.

De lo expuesto se deduce que todo buque que se halle situado en la vertical de un torpedo en el momento en que este haga explosión, sufrirá el choque de una gran masa de agua animada de enorme velocidad, ó bien directamente el de los gases si está en contacto inmediato, que trataran de abrirse paso á través del buque, choque que producirá en el buque averías de mayor ó menor consideración y que podrá llegar hasta hacer que se vaya á pique si la carga es suficientemente grande y está colocada á la profundidad conveniente.

Los efectos del choque serán menores á medida que el buque se separe de la vertical del torpedo hasta cierto límite en que serán prácticamente nulos.

El círculo dentro del cual está el buque expuesto á sufrir averías por la explosión de un torpedo se llama *círculo destructor*, y el rádio de este círculo *rádio de acción*.

También se deduce de las consideraciones expuestas, que á medida que varíe la inmersión de una carga, variarán los efectos producidos por ella en la superficie; es decir, que para cada carga habrá una inmersión determinada con la que se obtendrá el máximo efecto en la superficie, pues si el torpedo estuviese en esta, no ha-

bría levantamiento de agua y los gases se perderian directamente en la atmósfera, y si estuviera á gran profundidad, sería tan grande la resistencia que encontrarian según la vertical que el efecto según ella sería pequeño; en este caso, los gases repercutiendo sobre el fondo darían lugar á otros efectos de trepidación, etc., que no son los que se tratan de obtener.

El determinar tanto esta inmersión como la longitud del rádio de acción en cada caso, es un problema que presenta grandes dificultades en su resolución y aun cuando se han deducido várias fórmulas basadas en la experiencia y en el cálculo, no hay ninguna que pueda considerarse exacta.

En 1875 la comisión de defensas submarinas en Francia, después de algunas experiencias y de muchos estudios, determinó las profundidades á que deben situarse diferentes cargas de algodón-pólvora para obtener con ellas el máximo efecto en la superficie y adoptó como reglamentarios los datos siguientes:

Cargas de algodón pólvora.	Profundidades.
250 kilóg.os	8 á 12 metros.
300 »	12 á 15 »
400 »	15 á 18 »
500 »	18 á 20 »
600 »	20 á 22 »
700 »	22 á 24 »
800 »	24 á 26 »

Entre las diferentes fórmulas que se han determinado para establecer relaciones entre las cargas, las profundidades y los rádios de acción citaremos las deducidas por el Capitan de Navío de la Marina francesa Mr. Lefort, basadas en la asimilación entre los efectos producidos

por una explosión en la arena, con los producidos en el agua, no por considerarlas como las más exactas, sino porque son fáciles de retener en la memoria con lo que se consigue tener siempre una idea aproximada.

Estas fórmulas son las siguientes:

$R = 1'26 \sqrt[3]{C}$; $H = \frac{R}{1'233}$ de las que se deduce $C = 0'927\ H^3$ en las cuales R representa el rádio de acción en metros, C la carga en kilógramos de pólvora ordinaria y H la inmersión en metros.

Estas fórmulas se refieren á torpedos flotantes y debe aumentarse en $\frac{1}{4}$ (*) el valor de R si son durmientes y el fondo es duro y en $\frac{1}{6}$ si el explosivo que se emplea es el algodón pólvora. Después de fijar las profundidades á que deben colocarse las cargas para obtener el máximo efecto en la superficie, es necesario fijar la distancia á que deben colocarse unos torpedos de otros para que la explosión de cualquiera no provoque la de los inmediatos ni destroce sus envueltas. También se han hecho experiencias para determinar esta distancia que es de gran interés el conocer, puesto que para cerrar, por ejemplo, la boca de un puerto, conviene poner los torpedos lo más cerca que se pueda unos de otros con objeto de que al tratar de pasar cualquier buque choque por precisión con alguno de ellos ó entre dentro de su rádio de acción, pero al mismo tiempo hay que evitar el que la explosión de uno cualquiera afecte á los demás.

Según Sleeman la distancia entre torpedo y torpedo debe ser igual á 10 R y como mínimun 8 R expresando por R el rádio de acción, el cual calcula por la relación

(*) Los ingleses admiten que siendo la inmersión la misma, un torpedo durmiente produce doble efecto que uno flotante.

$R = \sqrt[3]{32C}$ en la que C expresa la carga de algodón pólvora en libras inglesas. Esta distancia es solo aproximada pues depende como se ha dicho de la clase y calidad de las envueltas.

Fijándonos en las cargas de 226, 113 y 45 kilógramos que son las más usuales, pueden admitirse, aunque no de una manera exacta, los datos que expresa la adjunta tabla.

Cargas de a. p.	Inmersión.	Rádio de acción.	Distancia entretorpedo y torpedo.
226 K.	9 metros	7 á 8 mts.	65 á 75 mts. (*)
113 »	8 »	6 á 7 »	50 á 60 »
45 »	3'5 »	3 á 4 »	30 á 40 » (**)

Las cargas que se emplean generalmente en las distintas clases de torpedos son las siguientes:

Torpedos auto-móviles	de	20 á 40	K. de a. p.
» de botalón	»	15 á 20	» » »
» boyantes de contacto	»	45	» » »
» durmientes	»	113 á 260	» » »
» flotantes	»	226 á 400	» » »

Los ingleses tienen como reglamentarias en sus torpedos fijos las cargas de 113 y 226 kilógramos (250 y 500 libras) la primera para los torpedos de fondo y la segunda para los flotantes y ambas las consideran de iguales efectos en la superficie.

(*) Estas distancias son para los torpedos Malhienson.

(**) Esta distancia es para los torpedos tronco cónicos con la base mayor bombeada hechos de plancha de hierro de 4 mm.

El fondo y su calidad, influyen también en los efectos de la explosión, sobre todo en los torpedos durmientes.

Cuando el fondo es blando, gran parte de la fuerza se pierde en deformarlo, pero cuando es de piedra las presiones producidas por el volúmen gaseoso reaccionan sobre él y los efectos en la superficie son mayores; por eso cuando el fondo es de piedra pueden emplearse menores cargas para obtener iguales efectos que los que se obtendrian con cargas mayores en fondos blandos.

SEGUNDA CONFERENCIA.

ESPOLETAS.

9. Se llama espoleta, todo artificio por medio del cual se provoca la detonación de una carga explosiva ó simplemente la inflamación cuando se trata de la artillería.

Las principales condiciones á que debe satisfacer toda espoleta son: seguridad en su acción, que su manejo sea poco peligroso, que pueda comprobarse su estado con facilidad y sin riesgo y que su conservación no exija cuidados especiales.

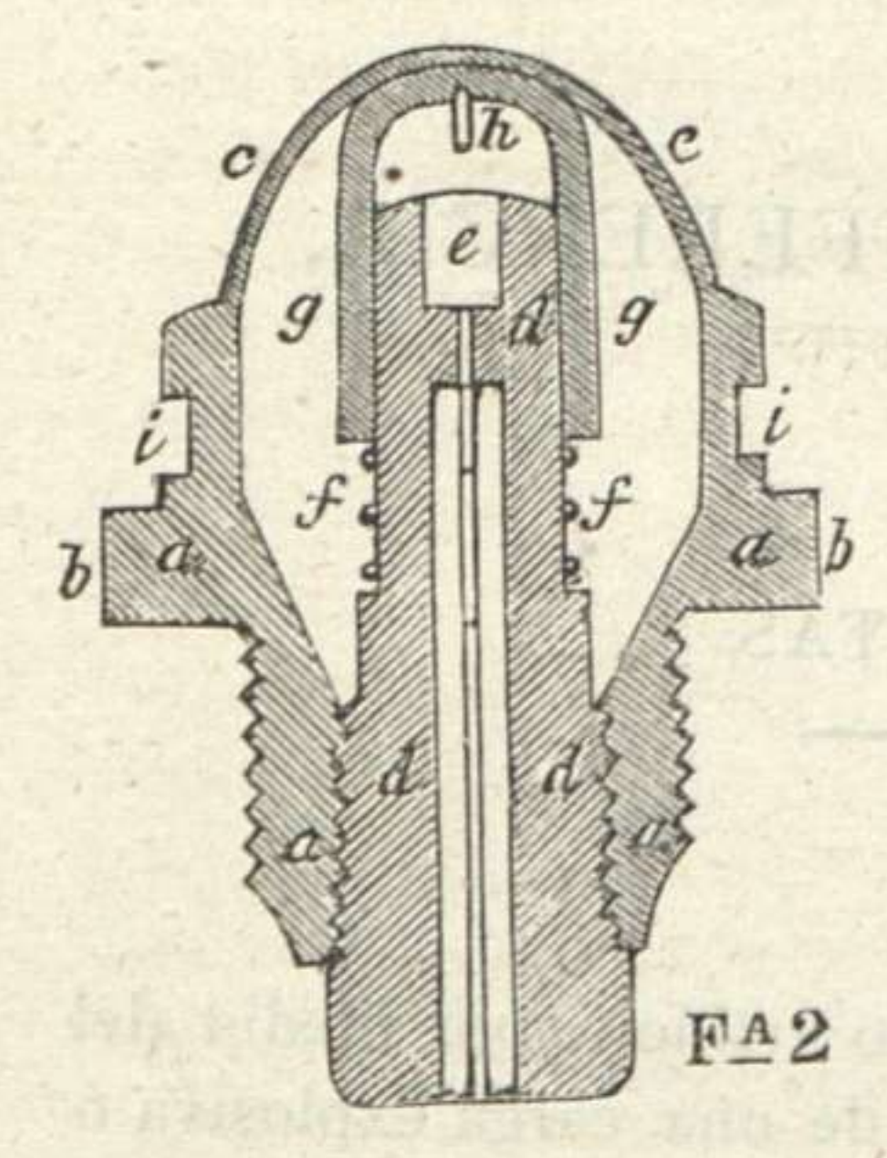
Se dividen en dos grupos: *espoletas mecánicas* y *espoletas eléctricas*.

Las primeras son las que se inflaman por medios mecánicos y las segundas por medio de la electricidad.

Espoletas mecánicas. —Pueden ser de percusión, de fricción ó químicas según sea la percusión, la fricción ó

una acción química iniciada por un choque la que origine su inflamación.

Son numerosas las espoletas mecánicas que se han ideado, pero, con objeto de no dar demasiada estensión á estas conferencias, describiremos solamente una de cada clase.



FA 2

10. Espoletas de percusión de Mac-Evoy.—La fig.ª 2 representa una seccion longitudinal, tamaño natural de dicha espoleta: *a* es una pieza de metal roscada interior y exteriormente y con un saliente *b* que sirve para apoyar la llave con que se atornilla á la envuelta. La pieza *a* es hueca por su parte superior y está cubierta por una chapa delgada de cobre *c* de forma semi-esférica soldada á ella.

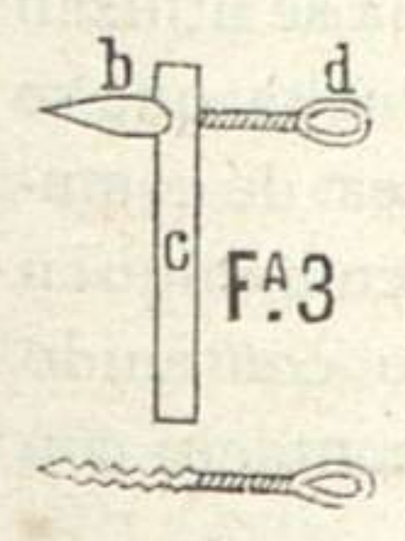
Atornillada á la pieza *a* vá la *d*, la cual tiene un taladro que la atraviesa de un extremo á otro que vá relleno de polvorín comprimido. La cavidad *e* que tiene en la cabeza la pieza *d*, sirve para contener el cebo compuesto de una sustancia fulminante. Un muelle *f* rodea la pieza *d* por su parte superior y sobre él apoya una campana *g* que la cubre, la cual tiene en *h* un estilete ó aguja de acero.

La acción de la espoleta se comprende fácilmente; al recibir un choque, la chapa de cobre *c* cede y la aguja *h* se introduce en la mezcla fulminante, esta se inflama, comunica su inflamación al polvorín y este á la carga del

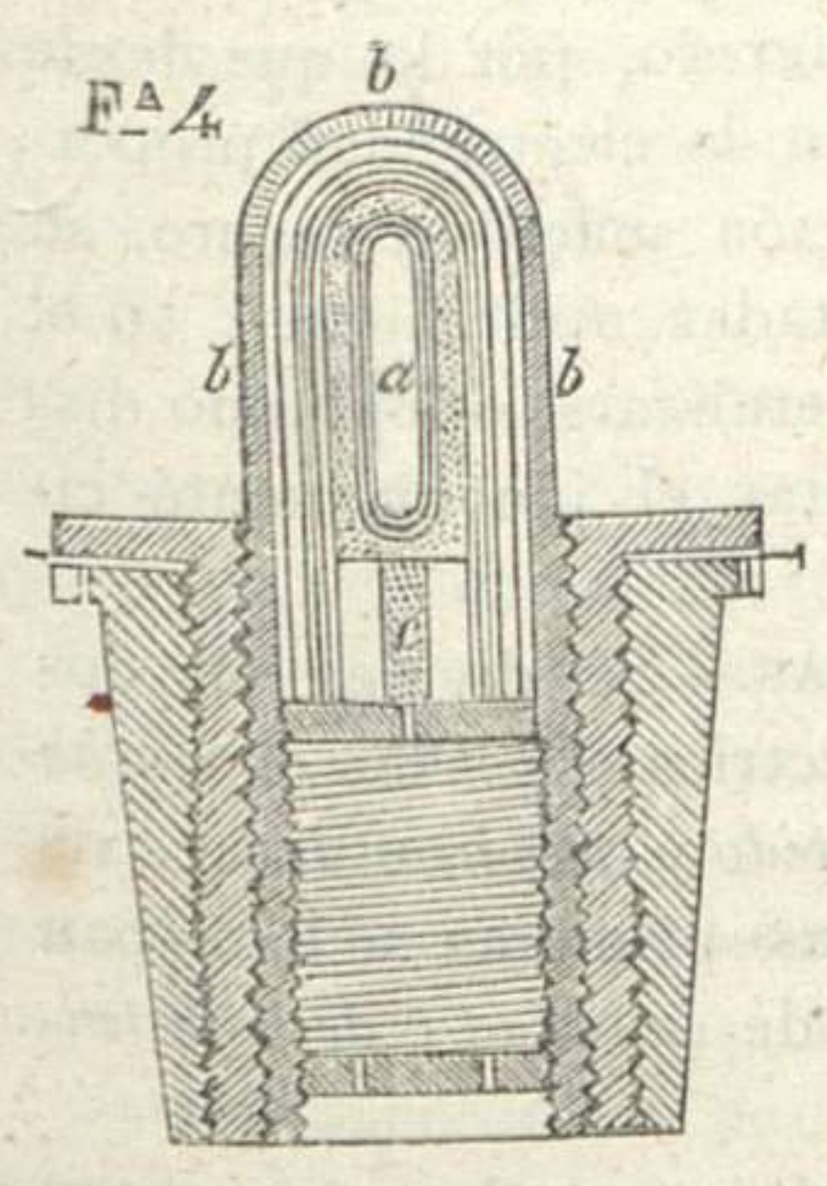
torpedo. El rebajo *ii* sirve para asegurar en él, por medio de una tuerca, otra campana más fuerte cuyo objeto es evitar el peligro al manejarla.

La composición detonante empleada por los Confederados en esta clase de espoletas, se componía de una mezcla de fulminato de mercurio y cristal pulverizado.

11. Espoleta de fricción.—Consiste en un tubo *c* fig.ª 3 lleno de polvorin, otro tubo *b* en comunicación con este lleno de fulminato de mercurio é introducido en él un alambre grueso arponado con un ojo en *d* donde se asegura el tirafrictor. La fricción de las puntas del alambre sobre el fulminato es la que produce la inflamación.



12. Espoleta química.—La fig.ª 4 representa una sección de la espoleta química ideada por el profesor Jacobi y muy usada por los Rusos en sus torpedos defensivos durante la guerra de Crimea (1854-55.) Se compone de un pequeño tubo de cristal *a* que contiene ácido sulfúrico y vá cubierto por un cubichete de plomo *b*. Una mezcla de *clorato de potasio* y azúcar rodea el tubo y lo mantiene en posición como se vé en la figura. *c* es una cápsula llena de polvorín y en comunicación en la carga del torpedo.



Al chocar un buque contra el cilindro de plomo *b* lo aplasta y rompe el tubo de cristal que contiene el ácido

sulfúrico el cual se derrama sobre la mezcla de clorato y azúcar y produce su inflamación la que se comunica á la carga por el intermedio del polvorín contenido en el tubo *c*.

13. Las espoletas descritas se emplearon cuando solo se hacía uso de la pólvora ordinaria y para provocar con ella su detonación, era preciso que estuviese encerrada en envueltas muy resistentes. En el dia se utilizan sea cualquiera el explosivo y la clase de envuelta que se emplée, disponiendolas de modo que en vez de comunicar directamente el fuego á la carga, lo comuniquen á cierta cantidad de fulminato de mercurio contenido dentro de una cápsula ó tubo metálico en contacto con aquella.

En general el manejo de los torpedos provistos de espoletas mecánicas es muy peligroso, por lo que desde que los adelantos realizados en la electricidad proporcionaron un medio de inflamación sencillo y seguro, su empleo quedó reducido á contadas aplicaciones; en el día sin embargo, vuelven á generalizarse adoptando disposiciones especiales para evitar el inconveniente citado.

14. Espoletas eléctricas.—Se dividen en dos grupos según su resistencia eléctrica: *espoletas de mucha resistencia ó de alambre interrumpido* y *espoletas de poca resistencia ó de hilo de platino*. Las primeras se llamaban antes de *tensión* y las segundas de *cantidad* ó *de baja tensión*.

Los principios en que se fundan tanto las unas como las otras ya los dimos á conocer al tratar de la electricidad (Electricidad 31 y 54) por lo que ahora solo nos ocuparemos de su descripción y de las ventajas é inconvenientes inherentes á cada sistema.

Toda espoleta eléctrica que se destine al servicio de torpedos debe tener: 1.°, dos conductores aislados para el paso de la corriente; 2.°, un núcleo donde los alambres queden firmemente asegurados y cerca uno de otro pero sin tocarse; 3.°, un cebo convenientemente dispuesto para que se inflame en el momento oportuno y 4.°, una cápsula metálica que contenga la carga detonante, generalmente fulminato de mercurio.

Los conductores aislados deben ser flexibles, fuertes y de poca resistencia eléctrica.

El forro aislador de los conductores y el núcleo que los sujeta, deben ser de materias que no sean susceptibles de deteriorarse con el tiempo.

El núcleo debe ser de materia aisladora, y su forma tál, que haga imposible el que los conductores puedan tocarse y estos deben estar dispuestos en él de modo que aunque sus extremos exteriores sufran cualquier esfuerzo, no se trasmita á los interiores.

15. Espoletas de alambre interrumpido.—En estas espoletas los conductores se fijan en el núcleo y se disponen de modo que entre sus extremos interiores, quede un pequeño intérvalo donde se coloca el cebo.

Como cebo puede emplearse cualquier composición detonante que sea mediana conductora, pero conviene que no se altere con el tiempo ni por el paso de corrientes débiles, lo cual es difícil de conseguir y constituye uno de los defectos de estas espoletas.

Entre los cebos que han dado mejores resultados citaremos los siguientes:

	I
Subfosfuro de cobre.	10
Subsulfuro de cobre.	45
Clorato de potasio	10
	19

2

Ferrocianuro de potasio.	35
Clorato de potasio.	52
Plombagina..	13

3

Fulminato de mercurio	87
Carbón de encina.	13

Hay muchas clases de espoletas de alambre interrumpido pero las diferencias que existen entre ellas solo consisten en la forma, en la composición del cebo ó en la sustancia de que está formado el núcleo.

Su resistencia eléctrica, que depende de la separación entre las puntas de los alambres y de la naturaleza del cebo, puede variar desde algunos ohms ó más de 10 megohms y esto dió lugar á que se dividiesen en dos grupos; uno que comprende á todas aquellas cuya resistencia es menor de medio megohm y otro á las que tienen de medio megohm en adelante; las primeras se llamaron de *media tensión* y las segundas de *alta tensión*.

En general, para determinar su inflamación es preciso emplear máquinas que desarrollen una gran F. E. M. ó un número considerable de elementos dispuestos en série (ELECTRICIDAD 67.)

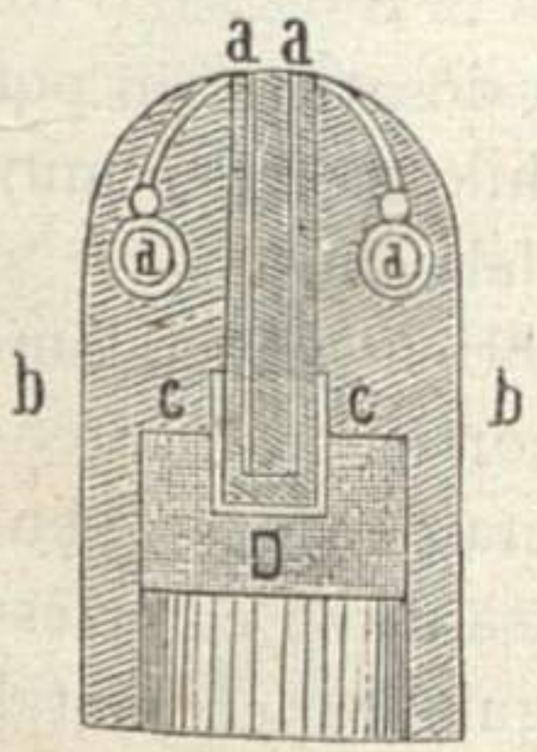
Para emplearlas en el servicio de torpedos tienen algunos inconvenientes: en primer lugar, el cebo es fácil que se descomponga con el tiempo y aun con el paso de corrientes debiles, como las que se emplean para comprobar la continuidad de su circuito; en segundo lugar, como el cebo puede inflamarse por el paso de una corriente débil es posible, que la inducida en su circuito por la que se emplée para darles fuego á otras inmediatas provoque su explosión y el mismo accidente puede ocurrir por la inducción de la electricidad atmosférica, y por

último exigen el empleo de conductores perfectamente aislados porque dada su gran resistencia, la menor falta de aislamiento hace que por ella se pierda la mayor parte de la corriente y no pase por la espoleta la necesaria para determinar su explosión (ELECTRICIDAD 72 y 74).

Estas espoletas fueron las primeras que se emplearon cuando empezó á aplicarse la electricidad al servicio de torpedos porque entre los distintos modelos de pilas que entonces se conocian, no habia ninguno apropiado para este servicio y fué preciso recurrir á las máquinas, pero en el día no se emplean por lo que solo describiremos una de ellas.

16. ESPOLETA DE HILO INTERRUMPIDO DE ABEL.—El núcleo *a* de esta espoleta, fig. 5, es de madera dura y tiene tres taladros uno en el centro en sentido longitudinal y los otros dos á uno y otro lado del central y en ángulo recto con él. Por el agujero central, que tiene tres milímetros de diámetro, se introducen dos alambres aislados con gutapercha separados uno de otro 1'5 m|m y en los que la sustancia aisladora está dispuesta de modo que forme un cilindro del mismo diámetro que el interior del taladro para que quede en él perfectamente asegurado.

F.ª 5.



Los alambres, por la parte correspondiente á la cabeza del núcleo, van desprovistos de la sustancia aisladora en una longitud de 3'5 á 4 c|m y embutidos en dos ranuras que tiene el núcleo y sus extremos introducidos en los agujeros laterales y asegurados por medio de dos pequeños tubos de cobre. La otra extremidad de los conductores aislados, que sobresale del núcleo unos dos

centímetros, se corta de modo que queden al descubierto las puntas de los alambres, teniendo cuidado al hacer esta operación de que no lleguen á ponerse en contacto y de que la sección quede perfectamente limpia y se introduce dentro de un cilindro hueco formado con papel de estaño que vá cerrado por una de sus bases y contiene en el interior el cebo. Al colocar este cilindro se ejerce sobre él cierta presión para que el cebo quede en contacto perfecto con los extremos de los alambres. La espoleta así dispuesta se introduce dentro el otro cilindro de plancha delgada de estaño, que contiene la carga detonante de fulminato de mercurio, el cual se asegura al núcleo en *e*.

El cebo empleado por Abel fué la composición núm. 1 pág. 21, pero despues se sustituyó por la núm. 3 pág. 22.

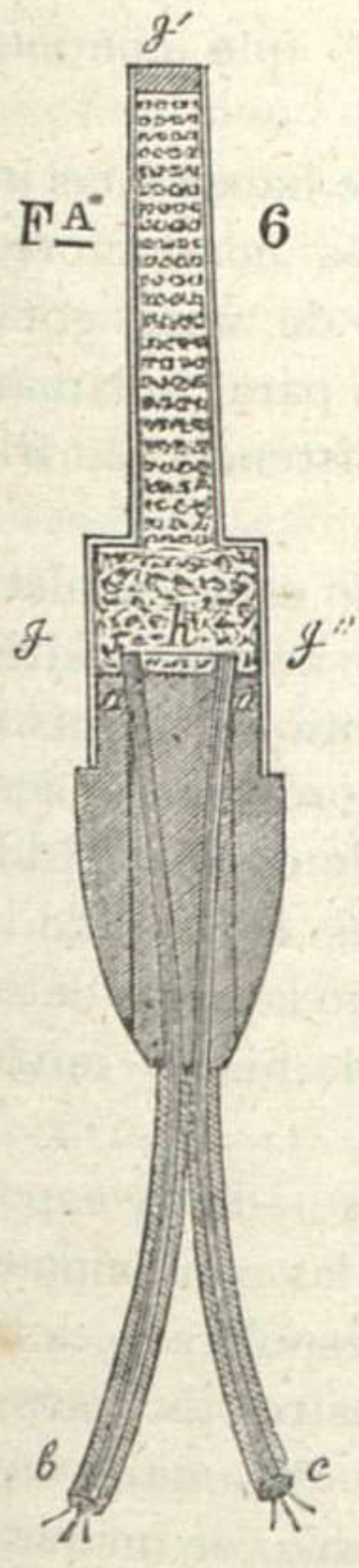
17. Espoletas de poca resistencia ó de hilo de platino.—En estas espoletas el calor desarrollado por una corriente eléctrica á través de un hilo metálico muy fino, es el que produce la inflamación del cebo.

El aumento de temperatura que se obtiene en el alambre del puente de la espoleta con una corriente de intensidad determinada, está en razón directa de su resistencia eléctrica específica y en razón inversa de su calor específico y de su diámetro. Por consiguiente el metal que se emplée conviene que tenga una gran resistencia específica, que su calor específico sea lo menor posible y que pueda tirarse fácilmente á la hilera. Además no debe alterarse por la acción del cebo, aun cuando sea preciso colocar este húmedo.

La aleación platino-iridio reune las condiciones indicadas y es la que generalmente se emplea. La plata-platino las reune también, pero es difícil obtener con ella hilos de calidad uniforme por la tendencia á separarse

de los metales. El platino puro no sirve, pues tiene poca resistencia específica y su capacidad calorífica es muy grande (*).

El diámetro del hilo de estas espoletas generalmente está comprendido entre 0,060 m|m y 0,080 m|m y su longitud debe ser la suficiente para que en la temperatura de su parte media no influyan las pérdidas por conducción á través de los conductores. Experimentalmente se ha comprobado que esta longitud no debe ser menor de 5 á 6 m|m. El cebo debe ser una sustancia que resista sin descomponerse la acción del tiempo, que sea mala conductora del calor y que pueda colocarse alrededor del puente, de modo que después de construida la espoleta haya siempre la seguridad de que se mantiene en contacto con él.



Los mejores cebos son el fulminato de mercurio y el algodón pólvora pulverizado ó en hebras, y algunas experiencias han demostrado que el primero tiene algunas ventajas sobre el segundo.

18. Espoleta Silvertown.—Esta espoleta es la que se emplea como reglamentaria en nuestro servicio de torpedos. El núcleo *a a* fig. 6, es de ebonita y en él van fijos los alambres de cobre *b c* en los cuales la parte que queda al exterior

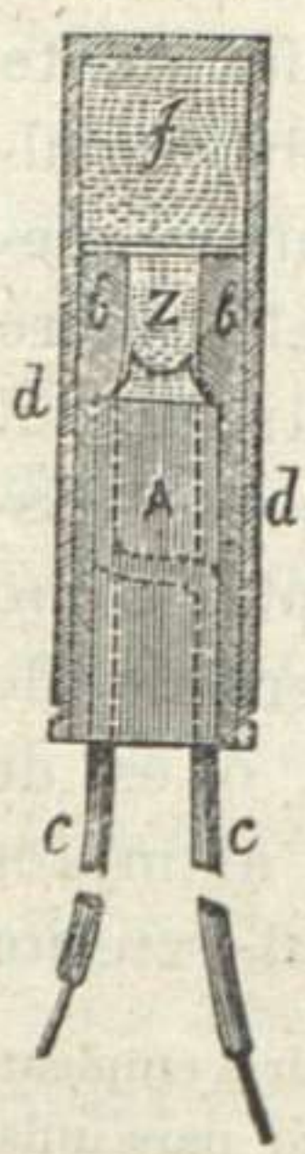
(*) Si hubiera necesidad de improvisar espoletas podria emplearse el hilo de plata ó cobre de las insignias militares; pero para inflamar el cebo seria preciso emplear una corriente relativamente grande.

vá aislada con goma. Los extremos de estos alambres, que sobresalen un poco por la parte superior del núcleo van unidos por un hilo de plata-platino de 0'075 m|m de diámetro y 6 m|m de largo. El cebo es algodón pólvora pulverizado el cual se coloca rodeando al hilo y vá cubierto con un tubo de lata ó laton *t t' t''* que contiene 1'5 gramos de fulminato de mercurio.

Para asegurar el hilo de la espoleta se hacen unas incisiones muy finas en las cabezas de los conductores, se introduce en ellas y se fija por medio de unas gotas de soldadura. Estas espoletas necesitan para inflamarse una corriente de 0'6 amperes y su resistencia en frio es de unos 0'5 ohms.

19. Espoleta de Mac-Evoy.—En esta espoleta el núcleo está formado por una mezcla de azufre y vidrio pulverizado. El cebo es el algodón pólvora en hebras y los conductores están formados por un cordón compuesto de cuatro alambres finos de cobre. El hilo que une los conductores es igual al de la espoleta Silvertown y lo mismo la carga detonante y están dispuestos del mismo modo que en aquella.

Fa 7



20. Espoleta americana.—Esta espoleta reune á mi juicio todas las condiciones que debe tener una buena espoleta y es la más fácil de construir con nuestros recursos. En la fig. 7 está representada de tamaño natural. El núcleo *a* es un cilindro de madera de haya perfectamente curada revestido de una capa espesa de laca; tiene dos canales á lo largo de dos generatrices opuestas y otra circular á la mitad de su altura; los conductores *cc* son dos alambres de cobre de 1 m|m de diáme-

metro y están aislados con un tejido de algodón empapado en parafiua ó en una mezcla de cera resina y alquitrán; su longitud es de unos 13 y 18 c|m respectivamente; esta desigualdad tiene por objeto el que los empalmes con el resto del circuito no queden el uno enfrente del otro. Los conductores se embuten en las canales de modo que cada uno ocupe la mitad baja de una de las longitudinales y la alta de la opuesta pasando de una á otra por la mitad de la circular transversal, y se disponen de modo que sus extremos interiores sobresalgan de la base superior del cilindro unos 2'5 á 3 milímetros; dichos extremos se desaforran, se limpian y se estañan cuidadosamente y á ellos se fija el hilo del mismo modo que en las espoletas Silvertown. El hilo es de platino-iridio de 0'063 m|m de diámetro y de 5'5 m|m de largo; al fijarlo sobre los conductores estos deben distar uno de otro la longitud justa de aquel, pero después se inclinan ligeramente hácia dentro para que quede flojo y no se rompa aunque la madera sufra alguna deformación. El cilindro así dispuesto se introduce dentro de otro hueco *b* después de cubrir con cola la superficie lateral del primero. La parte superior de este segundo cilindro tiene menor diámetro interior, de modo que forma una regola contra la cual apoyan los bordes de la base del otro, y la cavidad *z* que queda encima, en la cual quedan los extremos de los conductores con el hilo, se rellena con el cebo que consiste en 0'25 gramos de fulminato de mercurio, y se tapa luego, para sujetar este, con un disco de papel pegado con colodión.

De este modo los conductores quedan perfectamente sujetos y aun cuando sus extremos exteriores sufran cualquier esfuerzo es absorvido por el cilindro interior y no se trasmite á los interiores.

La espoleta así dispuesta se introduce dentro de un tubo de cobre *d*. El fondo de este tubo es sólido y en él vá contenida la carga detonante *f*, que consiste en 1'4 gramos de fulminato de mercurio sujetos por medio de un disco de papel y colodión. La unión entre este tubo y el cilindro de madera se efectúa aplicando una presión en dos puntos opuestos próximos á la base inferior para incrustarlo en la madera.

Terminada la espoleta se baña toda ella en laca fundida, con lo cual se consigue hacerla perfectamente estanca.

La resistencia de esta espoleta es de 0'70 ohms, en frio y necesita para inflamarse una corriente de 0'49 amperes.

21. Ventajas de las espoletas de hilo de platino.—Las principales ventajas de estas espoletas son las siguientes:

1.ª Gran facilidad para comprobar la continuidad del circuito y seguridad completa durante la prueba.

2.ª Extremada sencillez en su fabricación.

3.ª Pueden conservarse largo tiempo sin que se deterioren.

4.ª No es necesario un perfecto aislamiento en los conductores.

22. Pruebas.—Al recibir estas espoletas, deben inflamarse un cierto número por ciento de cada caja para comprobar su buen estado y tanto al recibirlas como en el momento de usarlas, debe comprobarse la continuidad de su circuito y medir su resistencia eléctrica.

Al hacer las pruebas eléctricas debe tenerse gran cuidado con la pila que se emplee, pues la detonación de una de ellas puede causar accidentes graves.

La prueba de continuidad puede hacerse formando

un circuito con la espoleta, un galvanómetro y dos planchuelas pequeñas (de un centímetro cuadrado de superficie próximamente) de dos metales distintos sumergidos en agua del mar. La pila formada de este modo dará una indicación en el galvanómetro, si el circuito está contínuo, y como tiene una gran resistencia no habrá peligro de que la espoleta detone.

También puede hacerse sin peligro empleando un solo elemento, de cualquier clase que sea, con tal que el galvanómetro tenga 10 ohms de resistencia ó más, pero tanto en un caso como en otro deberá meterse la espoleta dentro de una caja ó campana de hierro, resistentes ó en el agua si se estuviese en alguna embarcación.

TERCERA CONFERENCIA.

CABLES ELECTRICOS.

23. Si suponemos fondeado un torpedo, para inflamar su espoleta, si es eléctrica, es preciso ponerla en comunicación con una pila ó con una máquina que desarrolle una corriente capaz de producir el efecto que se desea, lo cual se consigue por medio de un alambre conductor; pero como este tiene que pasar á través del agua es necesario aislarlo, (ELECTRICIDAD 74) es decir, rodearlo de una sustancia que sea mala conductora de la electricidad. Además, como el alambre así dispuesto no podria resistir los esfuerzos á que tiene que someterse al tenderlo ni el rozamiento contra el fondo, una vez tendido, es preciso cubrirlo con una cubierta protectora

á la que se le dá el nombre de *armadura*. Como conductor se emplea un cordón formado por varios alambres de cobre. Se escoje el cobre porque es muy buen conductor y de un precio relativamente poco elevado y por ser poco quebradizo. Para aislarlo se hace uso de la *gutapercha* y de la *goma elástica* ó *cautchouc* y la armadura se forma con alambres de hierro ó de acero.

Al conjunto del conductor, el dieléctrico y la armadura se le dá en general el nombre de *cable* y el alambre aislado se llama *alma* del cable.

*24. DIELÉCTRICO.—GUTA-PERCHA.—La guta-percha es el jugo de ciertos árboles que se encuentran principalmente en la Península de Malaca y en Sumatra. Es una especie de leche espesa que se extrae del árbol por medio de incisiones practicadas en la corteza y se recoje en moldes por capas sucesivas que se ván dejando secar por la exposición al aire.

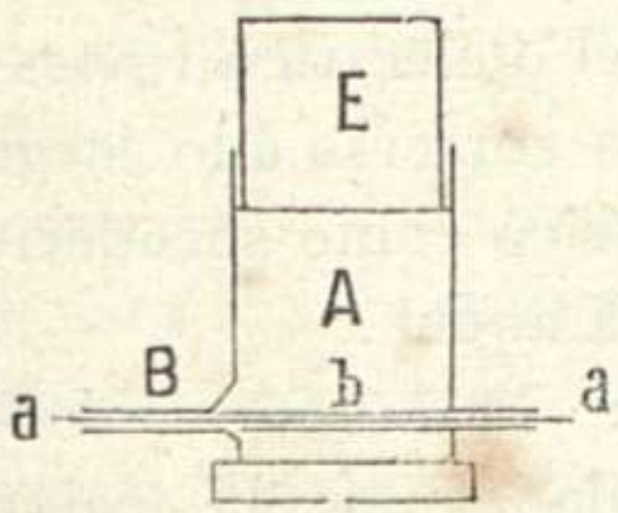
Tal cual se encuentra en el comercio, contiene una porción de impurezas y se purifica del modo siguiente:

Primero, se corta en pedazos los cuales se hierven en agua; de este modo, se forma una pasta la que se hace pasar entre dos ruedas dentadas; se corta de nuevo y se vuelve á echar en agua hirviendo, se agita esta y se repite la operación hasta privarla de toda materia extraña; luego pasa á otras máquinas llamadas *masticadores* y por último se introduce en unos cilindros y se la fuerza á través de una tela metálica fina.

La masa que resulta es semifluida y se estiende sobre planchas de hierro para que tome forma y después se pasa por unos laminadores que la convierten en plancha del espesor que se desee.

La fig. 8 dá una idea del procedimiento que se emplea para cubrir los conductores con esta sustancia. A es un cilindro lleno de guta-percha en el estado plástico atravesado por un tubo fino *b* que sirve de guia al alambre *aa* y termina junto á otro más grueso B cuyo diámetro interior regula el espesor de la capa. E es un émbolo sólido para forzar la guta-percha. El alambre antes de entrar en el cilindro pasa por una série de mecheros de gas que lo calientan y á la salida se recibe en unos tanques con agua. Para asegurar la adherencia entre la guta-percha y el conductor y para evitar, en lo posible, los inconvenientes de las burbujas de aire, se cubre primero el alambre de una capa de composición Chatterton (*). De este modo se dán generalmente tres capas, interponiendo entre cada dos de ellas una de dicha composición.

F.ª 8.



25. Ventajas é inconvenientes de la guta-percha para emplearla como dieléctrico en los cables.—Las principales ventajas son las siguientes:

1.ª Puede ponerse en el alambre conductor como si fuera un tubo contínuo.

(*) La composición Chátterton es una mezcla de

Guta-percha.	3	partes.
Alquitran de Stocolmo . . .	1	»
Resina.	1	»

Resulta una pasta negra, sólida á la temperatura ordinaria pero que se vuelve flúida con una pequeña elevación de temperatura. Sirve para unir entre sí las distintas capas de guta-percha con que se cubren los conductores y tiene gran aplicación en los empalmes.

2.ª Absorve muy poca agua, lo cual es de importancia como diremos al hablar de la conservación de los cables y también por el aislamiento.

3.ª Tiene la propiedad de adherirse al conductor metálico de modo que aun cuando el dieléctrico tuviese una pequeña falta, el agua no podría correrse á lo largo del conductor entre este y el dieléctrico como sucedería si este último no quedase adherido á aquel.

Los inconvenientes que tiene son:

1.º Se altera y pierde sus propiedades por la acción de la luz y del calor seco por lo que se hace necesario conservar en agua fria los cables aislados con ella. También pueden conservarse al aire privados de la luz y á temperaturas poco elevadas, pero las alternativas de sequedad y humedad los destruyen rápidamente.

2.º A los 37º se convierte en un mal dieléctrico, relativamente.

3.º A esta misma temperatura se vuelve plástica y este es el principal defecto que tiene. Los cables aislados con esta sustancia después de su fabricación, no deben someterse á temperaturas superiores á 32º pues es fácil que el conductor se descentre y hasta que quede desaislado por algún punto.

*25. Goma elástica ó cautchouc.—Proviene del jugo de ciertos árboles y arbustos, distintos de los que producen la guta-percha, que abundan principalmente en la América del Sur y se extrae lo mismo que aquella haciendo incisiones en el árbol y recogiéndola en moldes.

Para purificarla se tiene primero en agua hirviendo durante algunas horas; después se corta en tiras y se hacen pasar por un laminador de superficies rugosas haciendo caer sobre ellas al mismo tiempo chorros de agua

caliente. Las planchas que resultan tienen las superficies irregulares y se las hace pasar por otro laminador de superficies más lisas y estas operaciones se repiten hasta que por la acción de los laminadores y la del agua se consigue despojarla de todas las impurezas que contiene.

La goma que resulta está purificada, pero su forma de láminas irregulares y agujereadas no es propia para ningún uso y se somete como la guta-percha á la operación llamada masticación de la que sale convertida en una masa informe. Esta masa se convierte después en bloques rectangulares forzándola en cajas de hierro, ablandándola antes por el calor del vapor á una presión moderada.

Cuando los bloques están secos se sacan de los moldes y se cortan en planchas del grueso que se desee.

La goma á 0°C es dura y rígida y á los 100° se vuelve tan blanda que pierde su elasticidad. Por la acción de la luz, estando espuesta al aire y al calor se vuelve viscosa. Todos estos defectos se remedian en gran parte incorporándole una pequeña cantidad de azufre.

Para incorporarle el azufre se pasa por unos laminadores cuyos cilindros son huecos y están calentados por medio del vapor y cuando está suficientemente plástica se espolvorea su superficie con el azufre y se vuelve á pasar por el laminador. La goma que resulta se llama *goma mezclada*: después se la calienta á una temperatura de 135° á 140° para efectuar la verdadera combinación y la goma que resulta se llama *goma vulcanizada*. (*)

(*) Si durante el procedimiento de la vulcanización se deja la goma expuesta demasiado tiempo á la temperatura indicada, se vuelve dura y semejante al cuerno y en este estado se conoce con el nombre de *ebonita*.

La goma sometida á la temperutura de 200° se vuelve viscosa y no recobra yá su primitivo estado lo cual es un inconveniente para emplearla en los cables como dieléctrico, pues para cubrir con ella los alambres no se puede seguir el mismo procedimiento que con la gutta-percha, sino que es preciso emplearla en forma de cinta ó de plancha delgada.

El procedimiento empleodo por Siemens para cubrir los alambres, consiste en colocarlos entre dos tiras longitudinales y por medio de una máquina corta la parte que sobra y las pega después empleando la presión para unir los bordes recien cortados (*); de este modo cubre el alambre con várias capas teniendo cuidado de que las juntas queden alternadas.

Otro procedimiento empleado por W. Hooper que parece dar mejores resultados es el siguiente: Se cubre el conductor con dos cintas de goma pura enrolladas en espiral y en sentidos opuestos una de la otra, y para evitar la acción del cobre sobre la goma se estañan perfectamente los alambres. Sobre las dos capas de goma pura se colocan otras dos cintas de goma mezclada con un 25 p°|₀ de óxido de *zinc*; á esta segunda capa se le dá el nombre de *separador*. Encima va otra capa de goma mezclada con azufre y sulfuro de plomo, la cual se aplica por el procedimiento de Siemens. El conductor aislado de este modo se cubre cou dos cintas de algodon enrolladas en espiral y en sentidos opuestos y se somete durante cuatro horas á una temperatura de 130° por medio del vapor. Esta temperatura cementa las distintas capas y efectúa la vulcanización formando una masa

(*) La goma recien cortada tiene la propiedad de pegarse por medio de la presión.

compacta y sólida en la que solo se distinguen unas capas de otras por su diferente color.

Ventajas é inconvenientes de la goma comparada con ta guta-percha; sus principales ventajas son las siguientes:

1.ª Resiste mejor el calor seco.

2.ª Es mejor dieléctrico.

Sus inconvenientes son:

1.º La dificultad de cubrir el conductor por ser necesario emplearlo en forma de cinta ó plancha delgada, pues, como hemos dicho, al llegar la goma al estado plástico ó semi-líquido no recobra sus propiedades primitivas.

2.º No se adhiere al conductor, de modo que la más pequeña falta ó la presión, si el cable está sumergido á mucha profundidad, hace que el agua penetre y corra á lo largo del conductor entre este y el dieléctrico, lo cual ocasiona la oxidación del cobre y áun podria producir la destrucción del dieléctrico si hubiese necesidad de empalmar á un cable usado un pedazo de cable nuevo.

3.º Absorbe un 25 p °|o de agua.

4.º Una vez sumergidos en el agua los cables aislados con goma, si se esponen al aire se deterioran más que los de guta-percha. Esto tal vez consista en que como absorven más agua, al esponerlos al aire aquella se evapora y los poros se van ensanchando.

Hay otros procedimientos de aislar los conductores mezclando la goma con diversas sustancias algunos de los cuales parece que han dado muy buenos resultados, pero no sabemos que hasta ahora hayan sido adoptados por ninguna nación y los más generalizados en el servicio de torpedos, son los cables aislados con goma por el procedimiento Hooper.

26. Cables Silvertown.—Los cables que se destinen al servicio de torpedos deben reunir las condiciones siguientes:

1.ª Determinada resistencia á la rotura.

2.ª Que tengan el mayor aislamiento posible.

3.ª Que puedan tenerse almacenados largo tiempo y sufrir las alternativas de humedad y de sequedad sin deteriorarse.

4.ª Flexibilidad para que puedan arrollarse y filarse empleando un carretel de mediano tamaño.

5.ª Que la armadura sea capaz de protejer al dieléctrico de las averías que pueda ocasionarle la calidad del fondo cuando esté tendido sobre rocas, madréporas, etc., etc.

Existen diferentes clases de cables; pero como hemos dicho, todos ellos exigen cuidados especiales para su conservación, lo cual no deja de ser un inconveniente grave para el servicio de torpedos donde lo que hace falta es un cable que pueda exponerse al sol y al aire sin temor de que se deteriore. De todos los que se hallan en uso para este servicio, los que parece responden mejor á las condiciones expuestas son los fabricados por la Compañía «Indian rubber, gutta-percha and telegraph works» cuyos talleres están en el pueblo llamado Silvertown, los cuales han sido adoptadcs por el gobierno inglés y son los que tenemos en España, conocidos generalmente con el nombre de cables Silvertown.

El alma de estos cables está formada por un cordón compuesto de siete alambres de cobre estañados cada uno de ellos separadamente, y cubierto de goma por el procedimiento Hooper que hemos dado á conocer. Con esta clase de alma se fabrican con destino al servicio de torpedos, las siguientes clases de cables:

1.ª Cable de un conductor con armadura.
2.ª Cable múltiple de 7 conductores.
3.ª Cable de cierra-circuitos.
4.ª Cable de un conductor sin armadura.
5.ª Cable de 4 conductores.

27. Cable de un conductor con armadura.—Este cable se usa con cada uno de los torpedos que forman un grupo y sirve también para unir entre sí fuertes, etc, á través de un brazo de mar.

Sobre el alma descrita se coloca en hélice un almohadillado de cáñamo: sobre este van 10 alambres de hierro galvanizado de 2 m|m 4 de diámetro envueltos en hélice en sentido opuesto al de la primera capa. Cada alambre de la armadura va revestido de dos capas en hélice de precinta ó cáñamo alquitranado. Sobre la armadura y envolviendo todo el cable van otras dos capas de cáñamo enrolladas del mismo modo y en sentidos opuestos una de la otra; después se pasa el cable por una composición caliente de alquitrán y pez y por último se espolvorea con cal para evitar la adherencia entre las adujas cuando se enrolla.

El diámetro exterior de este cable es 22 m|m, su resistencia á la rotura poco más de 3.000 kilos, su precio aproximado de 2.500 pesetas por milla náutica y el peso en el aire de esta misma longitud es de unos 1.370 K.

28. Cable múltiple de 7 conductores.—Se emplea cuando hace falta llevar gran número de cables á la estación donde están los aparatos para dar fuego á los torpedos. Consiste en 7 almas sencillas reunidas en un cordón sobre el cual se coloca una capa ó almohadillado de fibras de cáñamo tendidas longitudinalmente y sobre esta se pone una armadura formada con 16 alambres de

hierro galvanizado de unos 4 m|m de diámetro, cubiertos cada uno de ellos del mismo modo que los del cable antes descrito; la cubierta exterior es también igual á la de aquel.

El diámetro de este cable es de 31 m|m, su resistencia á la rotura 6.750 K. El peso de una milla es en el aire de unas 3.000 K y su precio 8.925 pesetas aproximadamente.

29. Cable de cierra-circuitos.—El alma de este cable es la misma descrita anteriormente; también está cubierta con una capa idéntica de cáñamo pero en vez de los alambres de hierro que forman la armadura del cable múltiple, se emplean 9 cordones cubiertos de cáñamo, compuesto cada uno de 14 alambres de acero Bessemer de 0 m|m 76. La cubierta exterior es la misma que la de los otros cables.

Esta clase de armadura tiene las ventajas de mayor plegabilidad, poco peso y gran resistencia al *rozamiento* que es á lo que principalmente obedece su fabricación como veremos más adelante al tratar de su aplicación en el servicio de torpedos; la resistencia á la rotura es de 3'250 k.; su peso por milla náutica 2640 k. y el precio de esta 6.350 pesetas próximamente.

30. Cable de un conductor sin armadura.—Se emplea en el servicio de torpedos para enlazar las obras destacadas de una fortaleza marítima etc., con objeto de comunicar telegráficamente.

Su resistencia á la rotura es de 0'380 k.; su precio por milla, unas 1.750 pesetas.

Se compone de un alma ordinaria sobre la cual se ponen en espiral, dos cubiertas de filástica de cáñamo alquitranadas.

31. Cable de 4 conductores.—Es un cable pare-

cido al múltiple de 7 conductores con la diferencia de tener solo cuatro almas en lugar de las siete que tiene aquel. Su aplicación se comprenderá al tratar de los diferentes modos de dar fuego á los torpedos.

32. Otro modo de protejer los alambres aislados es colocándolos como si fueran el alma de un cable de cáñamo ordinario. Al colchar el cable es preciso tener cuidado que el alambre aislado no sufra alguna torsión ó tensión extraordinaria.

Esta clase de cables pueden ser de gran utilidad, pues por su semejanza con los cabos ordinarios no es fácil que esciten sospechas. La protección es naturalmente menor, pero su construcción es más fácil y su precio más económico.

Pueden emplearse en las obstrucciones.

33. Conservación de los cables.—Sobre el modo de conservar los cables que se destinen al servicio de torpedos nada hemos visto escrito, pero como la parte que está espuesta á deteriorarse es el dieléctrico, de las causas que hemos indicado que pueden contribuir á que dicho deterioro tenga lugar, se deduce que tanto los cables aislados con guta-percha como los aislados con goma deben conservarse debajo del agua fria y con los chicotes perfectamente aislados; esto último es muy esencial en los cables en que el dieléctrico es la goma, para evitar que el agua penetre entre el conductor y el dieléctrico. Los cables aislados con goma, cuando son nuevos, pueden sin embargo conservarse al aire en almacenes húmedos y con poca luz sin temor de que se deterioren; pero una vez sumergidos bajo el agua, si es preciso volverlos á guardar, conviene hacerlo en grandes tanques llenos de agua, pues como hemos dicho las alternativas de humedad y de sequedad contri-

buyen á su deterioro, y este es tanto mayor, cuanto mayor haya sido el tiempo que hayan permanecido bajo el agua.

CUARTA CONFERENCIA.

EMPALMES.

34. En el servicio de torpedos ocurre con frecuencia tener que unir dos cables ó dos trozos de cable, ó uno de un cable múltiple con varios ramales de cable de un conductor y á estas uniones se les dá generalmente el nombre de *empalmes*.

Al unir dos cables debe procurarse que el cable único que resulte tenga la misma conductibilidad, el mismo aislamiento é igual resistencia á la rotura que si el empalme no existiese.

En las líneas telegráficas submarinas, los empalmes son necesarios porque los cables eléctricos se fabrican generalmente de una milla de longitud y la que tienen aquellos suele ser de muchos cientos de millas, y si en el servicio de torpedos tiene interés el que los empalmes queden bien hechos, lo tiene mucho mayor en los cables

telegráficos porque tienen que estar más tiempo bajo el agua y porque una vez tendidos la operación de levarlos para volver á hacer el empalme, caso que fuese necesario, es muy costosa á causa de su longitud y principalmente de la profundidad á que están sumergidos.

*35. A continuación esponemos el método que generalmente se emplea para hacer los mencionados empalmes en los cables eléctricos, el cual puede aplicarse con ventaja en el servicio de torpedos.

Como los cables se componen de tres partes principales, el conductor, el dieléctrico y la armadura, consideraremos separadamente las distintas operaciones que deben efectuarse para hacer un empalme que son: unión del conductor, aislamiento de la junta y unión de la armadura.

Unión del conductor.—Se corta el dieléctrico hasta dejar desnudo el conductor en una longitud de 7 á 8 c|m teniendo cuidado de no cortar nunca en ángulo recto para evitar que el conductor pueda estropearse con el cuchillo ó tijeras que se empléen.

Después se limplian los alambres con algodón en desperdicios y papel fino de esmeril y se sueldan todos juntos formando una barra sólida de 2'5 c|m de longitud.

Una vez soldados los alambres que forman los extremos de los conductores que han de empalmarse, se cortan ambos á bisel de modo que al poner el uno sobre el otro formen un cilindro y en esta posición se sueldan los dos conductores sujetándolos convenientemente.

Despues se toman cuatro alambres de cobre estañados y poniéndolos á manera de cinta, se vá rodeando con ellos en espiral toda la junta de un extremo á otro, azocando bien todas las vueltas y soldando la trinca y el alambre.

Enseguida se forma otra cinta con otros cuatro alambres iguales á los anteriores y con ella se vuelve á rodear el empalme extendiendo las vueltas hasta unos 6 cm más allá de cada extremo de la trinca primera y se sueldan solamente estas partes que sobresalen dejando suelto el centro, con objeto de que dado caso de que se desuniesen los extremos soldados de los conductores, queden en comunicación por medio de ella.

Una vez terminada la junta se lava con espíritu de vino y se frota con un cepillo para quitarle toda la grasa y las partículas de escoria de la soldadura é impedir la oxidación de los alambres. Se seca después con un pedazo de paño y se expone á la llama de una lámpara de alcohol para privarlo de toda humedad. Debe tenerse presente que no pueden hacerse empalmes valiéndose de soldaduras ácidas, sino solamente de la resina, sal amoniaco ó borax para evitar todo peligro de oxidación. Además las manos deben estar perfectamente limpias, lo mismo que todos los útiles que se empléen.

Modo de aislar la unión del conductor cuando el dieléctrico es la goma Hooper.—Hecho el empalme entre los conductores, se limpian bien todas las partes despojadas de aislador frotándolas con esmeril de vidrio mojado en petróleo para quitarle hasta las más pequeñas partículas de suciedad que pueda tener adheridas y se procede á hacer la unión del dieléctrico para lo cual debe emplearse siempre el mismo material de que este esté formado.

Cuando el dieléctrico es la goma Hooper, se tiene cuidado al cortarlo, de hacerlo con unas tijeras curvas, de modo que vaya en pendiente suave para que puedan verse las tres distintas capas de que está formado.

Enseguida se cubre el conductor con una cinta de go

ma pura (oscura), dándole vueltas muy apretadas en forma de espiral y de modo que cada una de ellas muerda á la que le precede, empezando donde termina la segunda capa (blanca) y llegando hasta el mismo sitio en el otro trozo de cable, desde donde se vuelve hácia atrás dando vueltas en dirección contraria.

Los extremos de la cinta se pegan comprimiéndolos con la mano ó con un cuchillo caliente, y el resto se corta con unas tijeras.

Después se coloca una cinta de goma mezclada con óxido de zinc, que constituye el separador, en la misma forma que la anterior.

Sobre esta se dan otras dos capas con cinta de goma mezclada con azufre, teniendo cuidado de que las vueltas vayan muy apretadas y de que la última capa después de cubrir las partes cortadas del dieléctrico se estienda 4 ó 5 c[m más por cada lado del empalme.

Por último: se le envuelven tres fajas de cintas de lienzo todas en la misma dirección, cuidando de que no formen arrugas. Los extremos de estas fajas se sujetan cubriéndolos de una ligera capa de solución de goma.

Hecho esto se sumerje la junta en el baño de empalmes en el que, empleando el vapor, se somete á una temperatura de 70 á 90° la cual se vá elevando gradualmente hasta que al cabo de media hora sea de 160° en la que se mantiene durante 20 minutos; pasado este tiempo se saca del baño y se espone al aire para que se enfrie.

En las fábricas esta junta se hace antes de revestir el alma con la armadura; tratándose de cables ya hechos, es preciso descubrir 4 ó 5 metros de alma de cada chicote.

MODO DE AISLAR LA UNIÓN DEL CONDUCTOR CUANDO EL DIELÉCTRICO ES LA GUTA-PERCHA.—Se descubre el con-

ductor arrollando la guta-percha hácia atrás formando una bola. Se hace la unión de los conductores como se ha indicado y después de bien limpia se cubre con una capa de composición Chatterton. Enseguida se calienta una de las bolas y se estiende sobre el empalme hasta dejarla mordida por la otra, teniendo cuidado de que el conductor quede bien centrado; después se dá una segunda capa de composición Chatterton y sobre ella se estiende la otra bola calentándola antes para poder estenderla con facilidad.

También puede hacerse la unión del dieléctrico sin valerse del que tiene el conductor, poniendo várias capas alternadas de composición Chatterton y gutapercha hasta que el alma alcance el diámetro que debe tener. Las capas de gutapercha se colocan cortando un rectángulo que envuelva al conductor y uniendo los bordes con un hierro caliente.

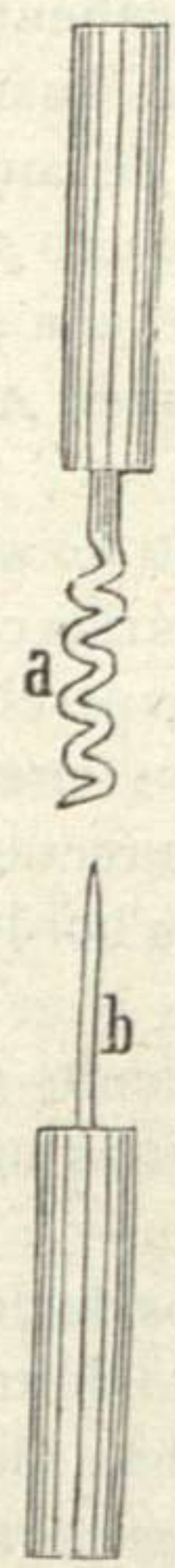
Unión de la armadura.—Se hace desaforrando de armadura una ó dos brazas de cada lado y haciendo una costura larga.

El hacer un empalme del modo que acabamos de describir lleva mucho tiempo y como en el servicio de torpedos no se necesita tanta escrupulosidad, se han ideado diferentes medios de empalmar los cables que permiten hacer más fácilmente las distintas operaciones que hemos indicado.

EMPALMES DE LOS CABLES EN EL SERVICIO DE TORPEDOS.

36. Empalme de tubo de goma.—Este empalme es de gran utilidad, como improvisado, porque es bas-

tante eficaz y puede hacerse fácilmente. Los dos chicotes de los cables que se van á empalmar, se desnudan hasta dejar descubiertos unos 3'5 centímetros del conductor y se introduce en cualquiera de los dos un tubo de goma de 6 á 8 cm de largo; para unir los conductores se le dá á uno de ellos *a* fig. 9, la forma de espiral, enrollándolo alrededor de un alambre de hierro, y después de sacar este se introduce el conductor del cable que se vá á empalmar *b*; enseguida se coloca la unión sobre un yunque y se golpea con un martillo hasta dejar aplastados y perfectamente sujetos los conductores. También puede hacerse esta unión torciendo uno de los conductores sobre el otro y apretando bien los extremos de ambos, valiéndose de unos alicates con objeto de impedir que causen alguna rotura en el tubo de goma; el empalme así formado se aforra con alambre fino ó con hilo de vela y el todo se cubre con una capa de solución de goma ó cualquier otra sustancia aisladora; después se corre el tubo de goma sobre el empalme *a*, fig. 9*a*, como se vé en *b* y se asegura con hilo de vela *cc*; hecho esto y para impedir que el empalme trabaje al recibir un tirón el cable se forma un anillo y se trinca en A fig. 9 *b*.

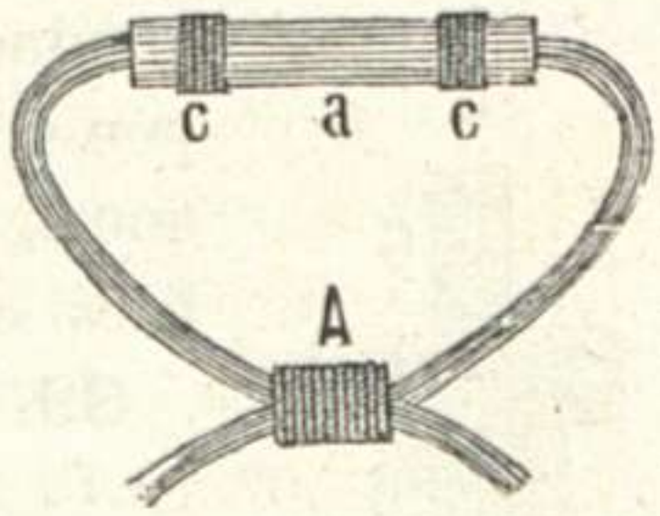


37. Empalme de Mathienson.—Este sistema representado en la fig. 10, según Sleeman, es bastante eficaz y ha sido adoptado en el servicio de torpedos en Inglaterra. Consiste en dos cilindros de ebonita *aa*, por los cuales pasan las almas de los cables que se van á empalmar. Dentro de estos cilindros vá otro *bb* tam-

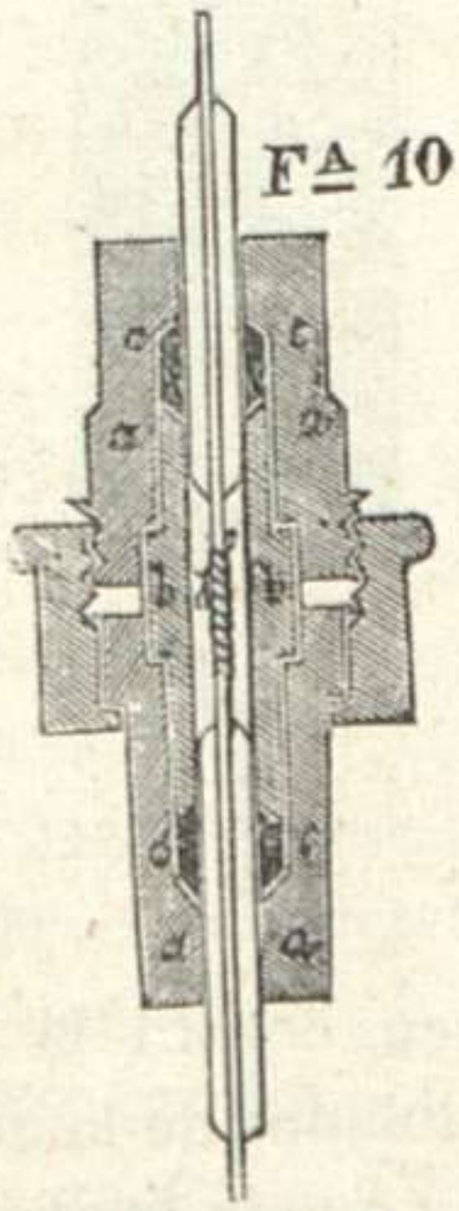
bién de ebonita los extremos del cual tienen la forma de cuña y comprimen contra los anillos de goma *cc*; en el interior del tubo *bb* vá la unión de los conductores. El centro del tubo *bb* es de sección cuadrada y ajusta en un hueco de forma semejante en los cilindros *aa* con objeto de impedir la torsión de los alambres mientras se atornillan.

Fª 9 a

Fig. 9b.



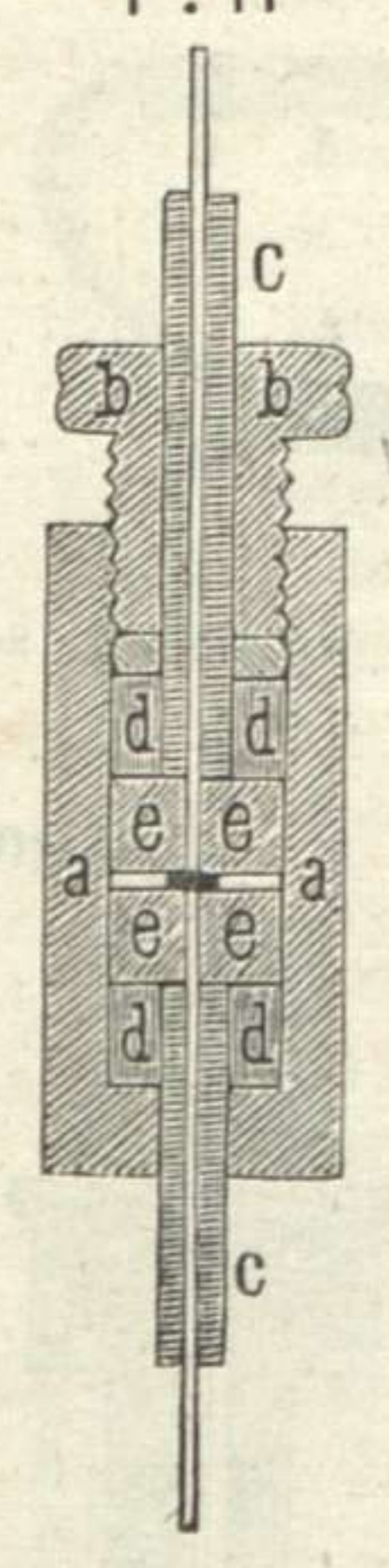
La manera de hacer el empalme se comprende examinando la figura.



38. Empalme de Beardsle.—La caja para hacer este empalme consiste en un cilindro de ebonita *a*, figura 11, uno de cuyos extremos es sólido y el otro hueco y con rosca en la que se atornilla el tapon *b* que está perforado para que por el taladro puedan pasar los alambres aislados *cc*; las extremidades de estos se despojan del dieléctrico en una longitud de poco más de un centímetro, se limpian bien los conductores y se pasan el primero por el tapón *b* un disco de goma *d* y otro de metal *c* y aquí se doblan contra la cara inferior de este último; el otro pasa por un taladro

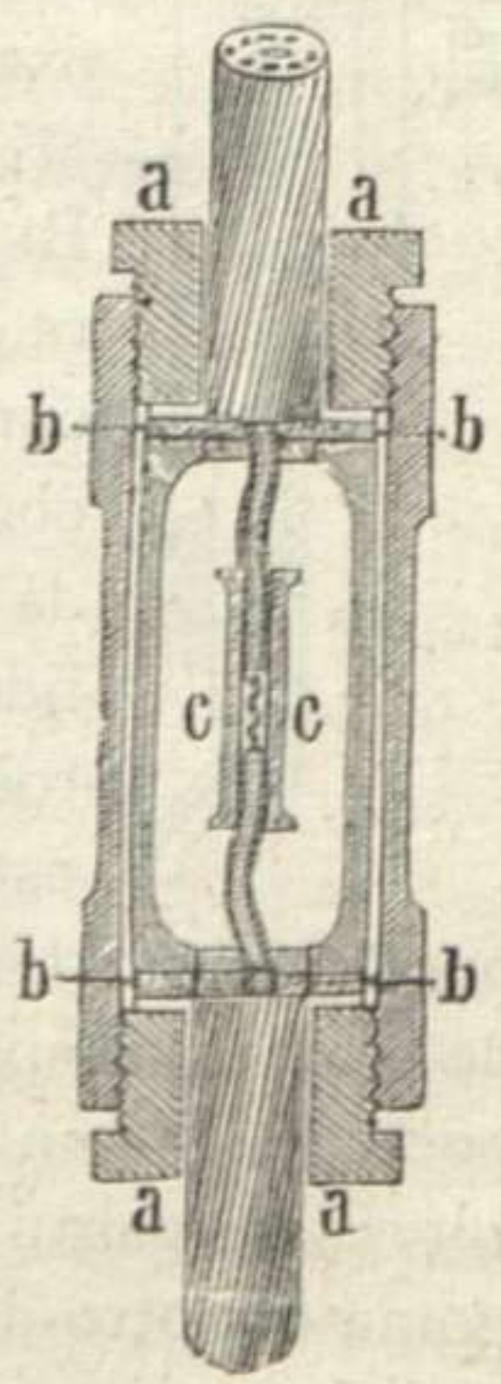
del extremo sólido del cilindro y por los discos *d* y *e* iguales á los de la parte alta y se dobla sobre el disco metálico como el otro conductor; enseguida se atornilla el tapón *b*, y los dos discos metálicos, y por consiguiente los extremos de los alambres, quedan en contacto.

F.A 11



39. Empalme de Mac-Evoy.—Los extremos de los cables que se van á empalmar se pasan por los casquillos *aa* fig. 12; enseguida se echan para atrás los alambres de la armadura como se vé en *bb* y el extremo del alma de uno de los cables se pasa por la caja metálica *dd*; se hace el empalme entre los conductores, se cubre con un tubo de goma y se aloja en el interior de la caja *dd*; después se atornillan los casquillos *aa* los cuales oprimen contra la caja *dd* los alambres doblados de la armadura por cuyo medio queda hecho un empalme resistente.

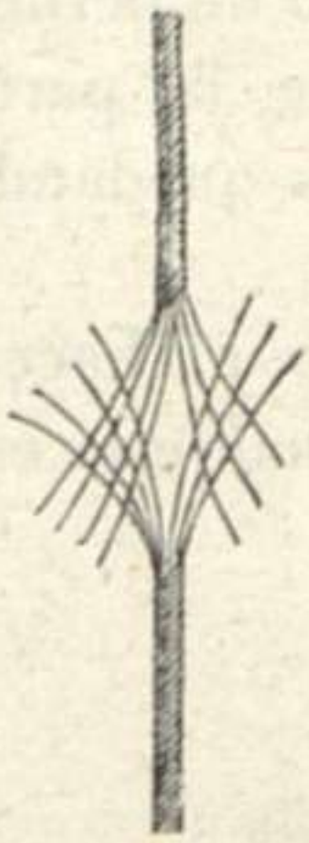
Fig. 12



40. Método que se sigue en España para hacer los empalmes de los cables que se emplean en el servicio de torpedos.—Los únicos cables que hasta ahora se emplean en España en este servicio, son, como hemos dicho, los fabricados en Silvertown y el procedi-

miento que se sigue para hacer los empalmes es el siguiente: Antes de descubrir el conductor, en el cable que se trata de empalmar, se hace una marca á unos 12 ó 14 c|m del chicote y sobre ella se dan varias vueltas bien azocadas con piola de modo que cubran una estensión de la superficie del cable de unos 3 c|m; sobre esta trinca se van volviendo los alambres de la armadura y con ellos, cortando la parte que sobre y aforrándolos después con piola, se forma una piña ó barrilete; enseguida se descubre el conductor quitando el dieléctrico hasta una distancia del extremo de unos 3 ó 4 centímetros y se introduce en uno de los chicotes un tubo de goma de 6 ú 8 c|m de largo; se limpian uno á uno cuidadosamente los alambres que forman el conductor frotándolos con papel de esmeril; una vez bien limpios se abren y se entrometen los de un chicote con los del otro, fig. 13; enseguida se tuercen formando cordón y con unos alicates se aprietan todas las puntas para que queden hácia adentro; después con un alambre muy fino de cobre recocido se van dando vueltas bien apretadas á todo lo largo hasta dejar bien segura la unión y perfectamente cubiertas las puntas de los alambres; hecho esto se dá una capa de solución de goma y después se cubre con una cinta de goma dando vueltas en espiral de modo que cada una de ellas muerda á la anterior y estas vueltas se prolongan por ambos lados hasta cubrir 1'5 c|m próximamente del dieléctrico; enseguida se vuelve para atrás y se dá otra capa con la misma cinta y del mismo modo que la anterior; terminada esta última se corre sobre la unión el tubo de goma y se trincan sus extremos con hilo de vela sobre el

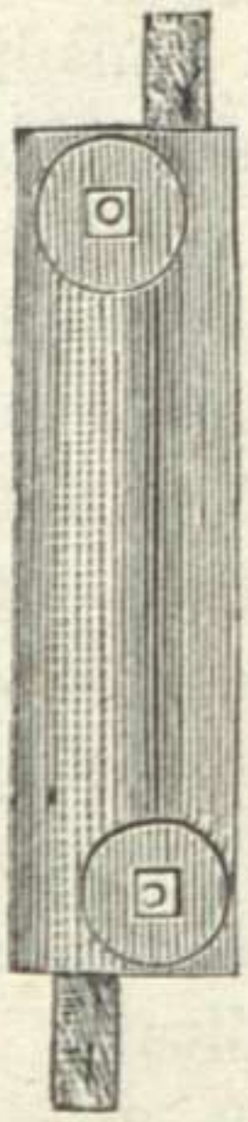
Fig. 13



dieléctrico y se cubren también con unas vueltas de cinta de goma.

De este modo se tiene el empalme del conductor y la unión del dieléctrico y para hacer la de la armadura en vez de la costura larga, que hemos dicho se emplea en los cables telegráficos, se hace uso de unas cajas llamadas *cajas de empalmes* con las cuales se facilita considerablemente la operación.

Fig. 14

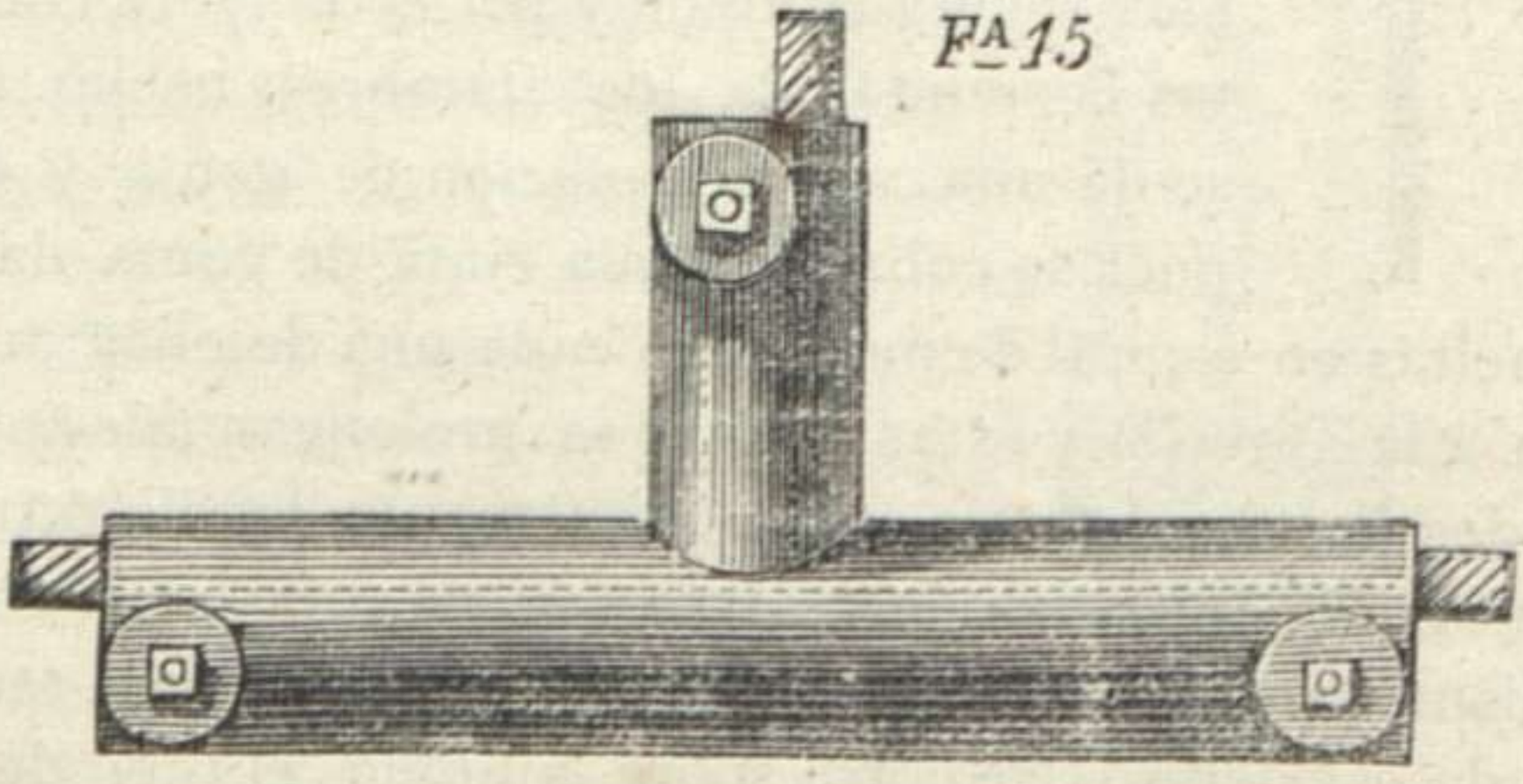


41. Estas cajas tienen diferentes formas según se trate de empalmar dos cables, un cable sencillo, con varios ramales, ó un cable múltiple con otros de un conductor.

Las cajas para cables sencillos consisten en dos medias cajas de fundición, fig. 14, con una canal en el centro para dar paso al cable, los cuales se unen por medio de pernos y tuercas. El diámetro interior de la parte hueca disminuye en las cabezas quedando igual al del cable.

El empalme se mete en la caja, cuidando al hacerlo de que quede algo flojo, á fin de que cualquier es-

Fig. 15

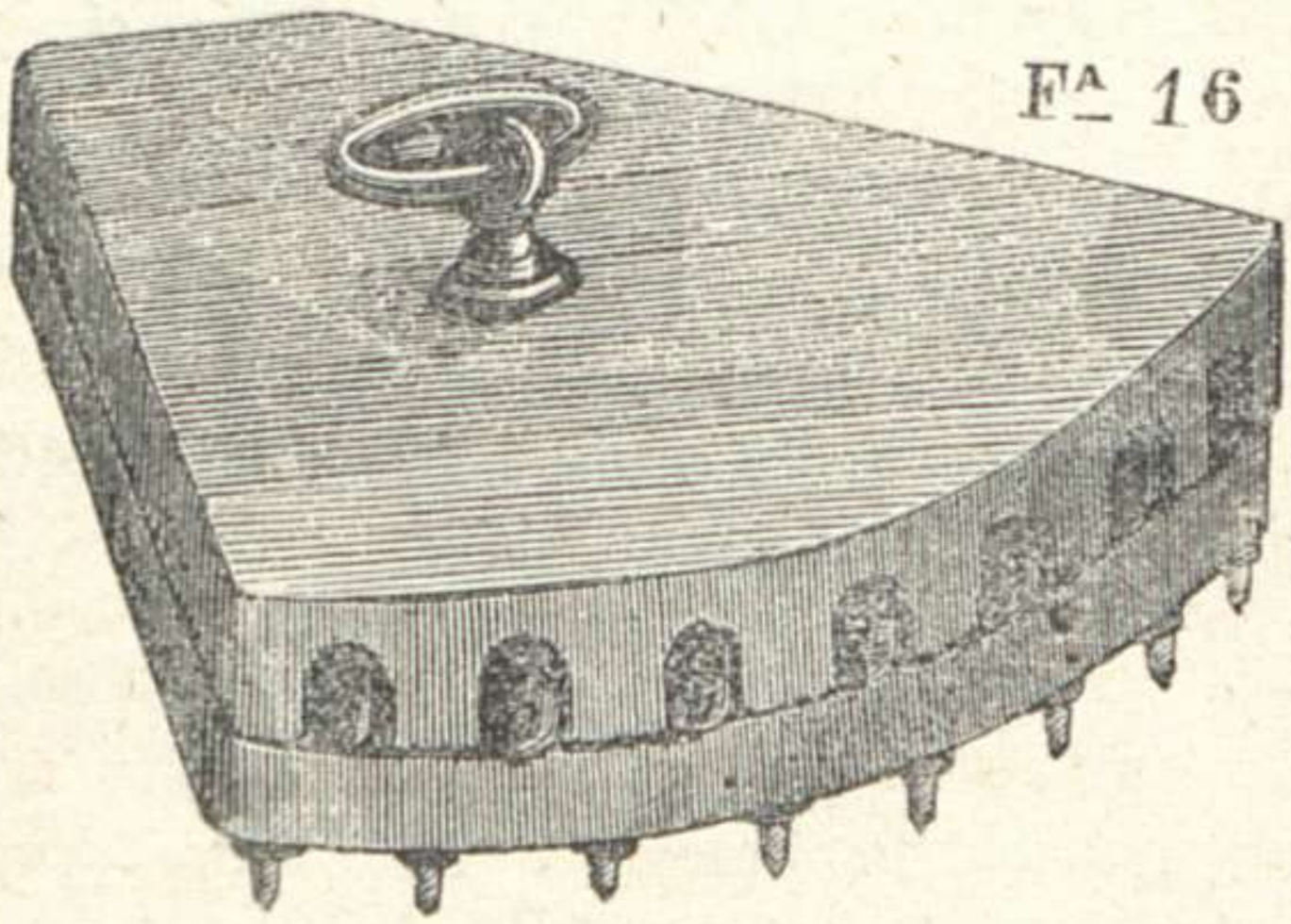


fuerzo que sufra no obre sobre él. La piña que queda

dentro forma un tope que impide que trabaje la parte empalmada.

Cuando se quieren empalmar ramales á un cable sencillo, se emplean las cajas en forma de T que representa la figura 15.

Por último, las cajas para cables múltiples se construyen de várias formas, una de las cuales es la que representa la fig. 16.



QUINTA CONFERENCIA.

TORPEDOS DEFENSIVOS.—TORPEDOS MECÁNICOS.

42. Hemos dicho que los torpedos defensivos se dividen en durmientes y flotantes según descansen sobre el fondo ó estén mantenidos entre dos aguas.

La segunda división que conviene establecer es, en mecánicos, eléctricos y electro-mecánicos, según el medio que se emplee para producir la inflamación de la carga.

43. Torpedos mecánicos.—Son todos aquellos cuyas cargas se inflaman por medios mecánicos. Fueron los primeros que se emplearon cuando los torpedos empezaron á formar parte del material de guerra, porque en aquella época no se habian generalizado los conocimientos de electricidad ni esta parte de la física habia alcanzado el grado de perfección que hoy tiene.

Sus principales inconvenientes son:

1.º Que su manejo es muy peligroso y mucho más la operación de levarlos cuando dejan de ser necesarios.

2.º Que una vez fondeados, son tan peligrosos para los amigos como para los enemigos.

3.º Que después de fondeados no puede comprobarte su buen estado.

Tienen sin embargo sobre los eléctricos las ventajas siguientes:

1.ª No se necesitan defensas en tierra para impedir que el enemigo los leve.

2.ª Pueden improvisarse fácilmente.

3.ª No se necesitan personas con especial instrucción para su manejo.

Desde que empezaron á usarse los torpedos eléctricos perdieron parte de su importancia los mecánicos y su aplicación quedó limitada á los casos siguientes:

1.º Para defender canales, puertos estrechos, rios, etc., que se trate de tener completamente cerrados.

2.º En aguas poco profundas en los flancos de los torpedos eléctricos.

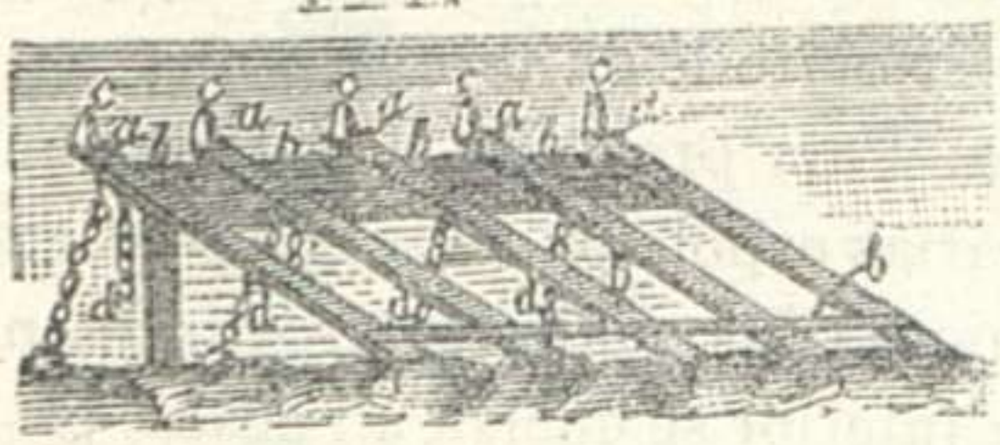
3.º Para defender bahias poco frecuentadas etc. y para guardar un trozo de costa que de otro modo quedaría completamente indefensa.

En el dia existen algunos torpedos mecánicos en los que se ha conseguido salvar el primero de los inconvenientes citados y que tienen además otras ventajosas condiciones que harán seguramente que en lo sucesivo se extiendan más sus aplicaciones. Entre ellos merece especial mención el inventado por el profesor de esta Escuela D. Joaquin Bustamante, pero no pudiendo consignar su explicación en estas conferencias, por la re

serva que el asunto exige, daremos solamente la de algunos de los más conocidos.

44. Torpedos de bastidor.—Se reducen á un bastidor formado por fuertes vigas *bb* fig. 17, ligadas por travesaños *aa*. En las extremidades de cada una se coloca un torpedo de hierro fundido de la forma de una granada *cc* el cual se asegura por medio de pernos y vá provisto de una espoleta de percusión. Uno de los extremos del bastidor se asegura al fondo por medio de anclas y el otro, que es en el que van fijos los torpedos, se mantiene á la profundidad conveniente por medio de cadenas *d* hechas firmes á otras anclas.

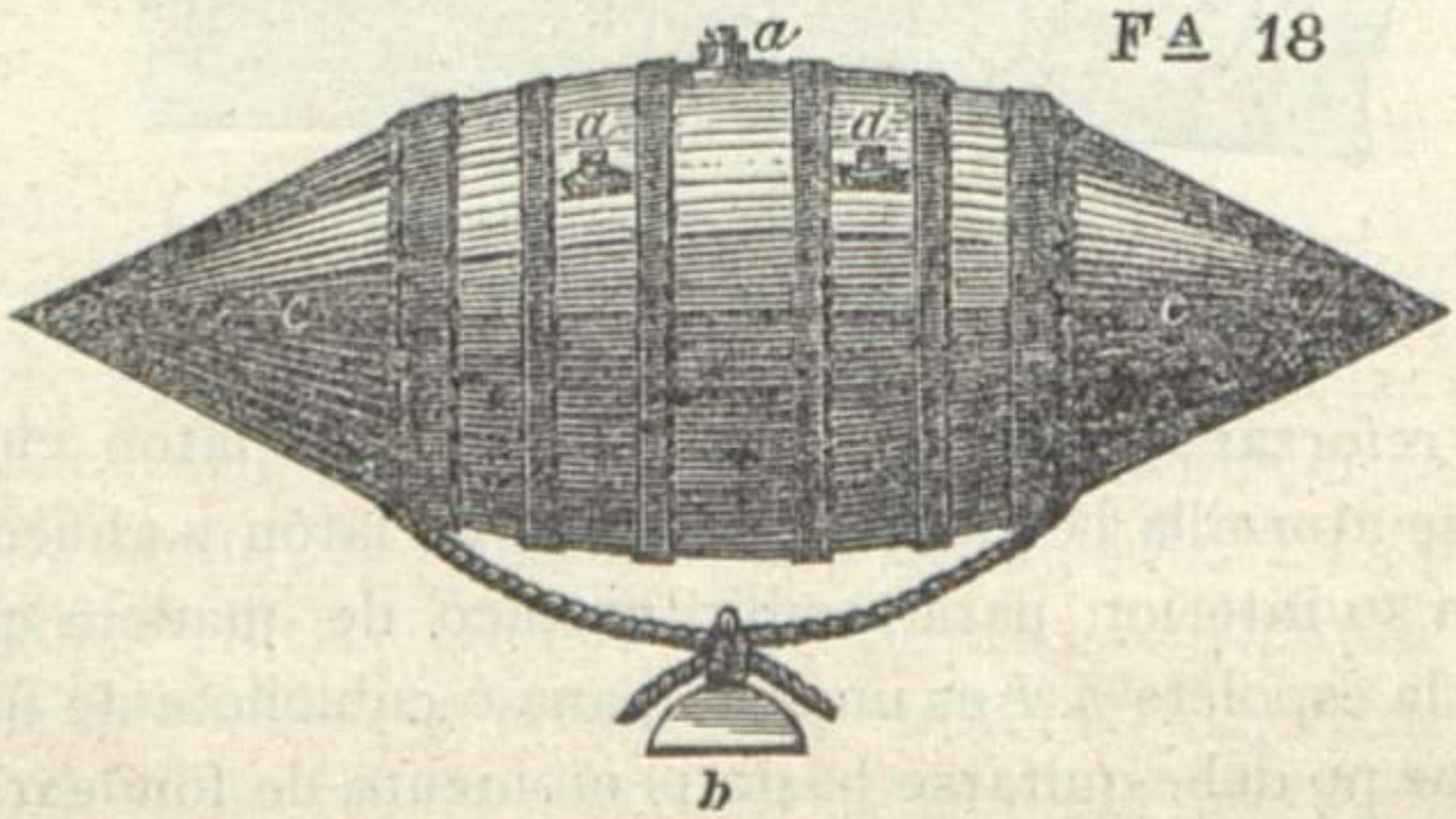
Fª 17



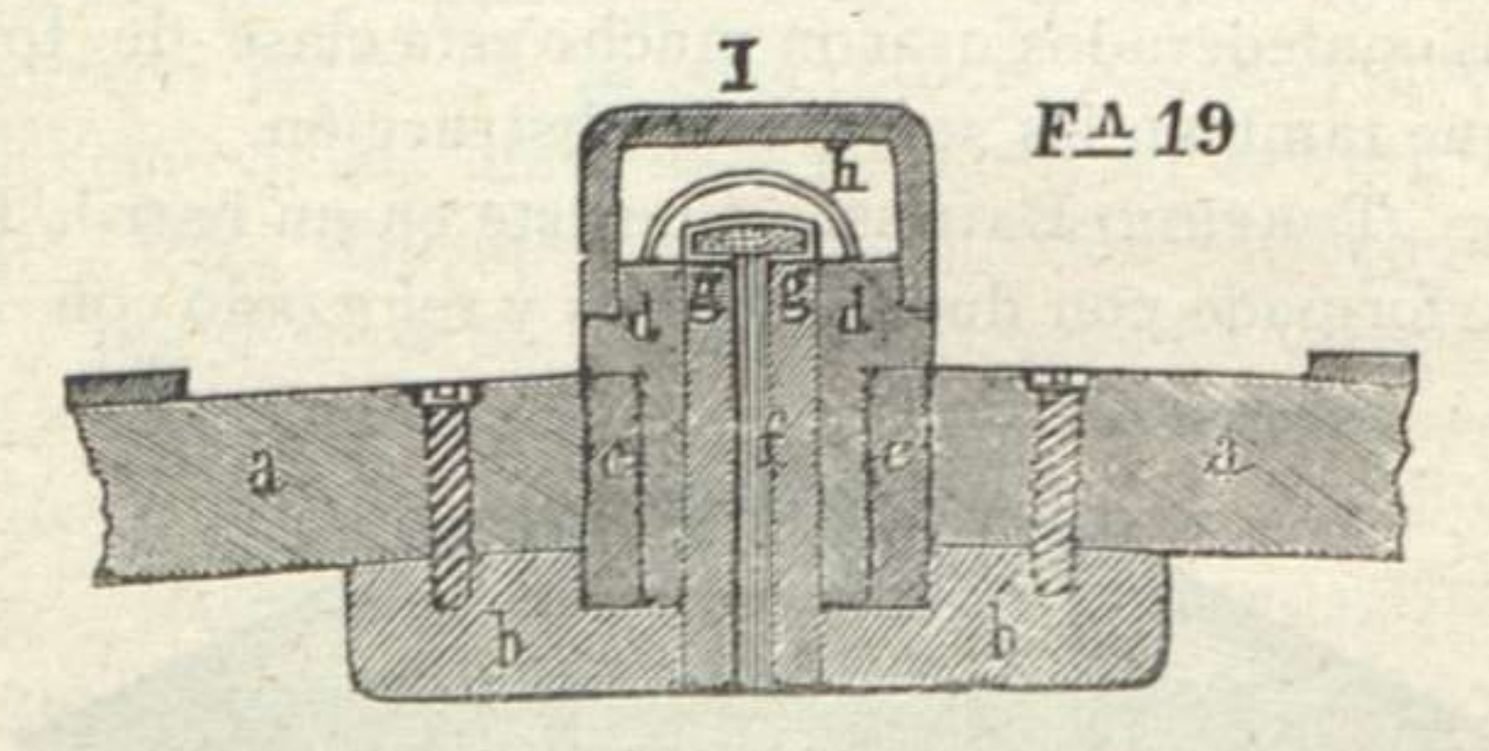
Los confederados usaron mucho esta clase de torpedos que también les servían de obstrucción.

45. Torpedo Raines.—Consiste en un barril, figura 18, formado con duelas gruesas y reforzado con zunchos de hierro á cuyas cabezas van asegurados dos conos de madera muy lijera con objeto de aumentar su

Fª 18



fuerza ascensional y hacer que presente ménos resistencia á las corrientes. Para hacer estanco el barril, se vierte en su interior brea ó pez derretida y se le hace rodar para que sus paredes interiores queden bien cubiertas y por la parte exterior se le dá también una capa de la misma sustancia. Para provocar la detonación de la carga se emplean várias espoletas *a a a* que pueden ser de percusión ó químicas, las cuales se aseguran en la parte superior, y en la inferior se cuelga un peso *b* para mantenerlo en posición. El General Raines que fué el que proyectó este torpedo ideó distintas disposiciones para determinar la inflamación de la espoleta y una de las que dieron mejores resultados es la que representa la fig. 19, en la cual *b b* es una pieza de madera que sirve

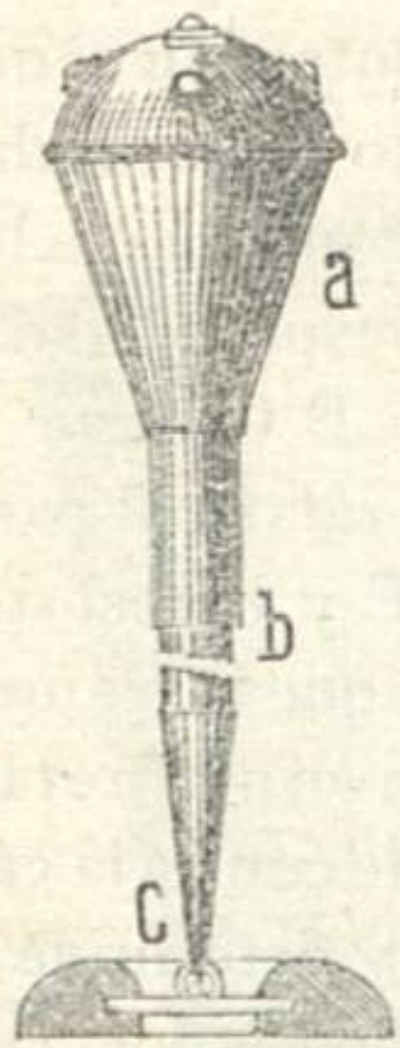


para reforzar las duelas; *cc* un cilindro de laton en el que se atornilla la pieza *dd*, también de latón y ahuecada en su interior para recibir un taco de madera que lleva la espoleta *f*. *I* es una campana ó cubichete de metal que no debe quitarse hasta el momento de fondear el torpedo, que sirve para evitar el peligro en su manejo.

46. Torpedo Brook.—Es el que representa la

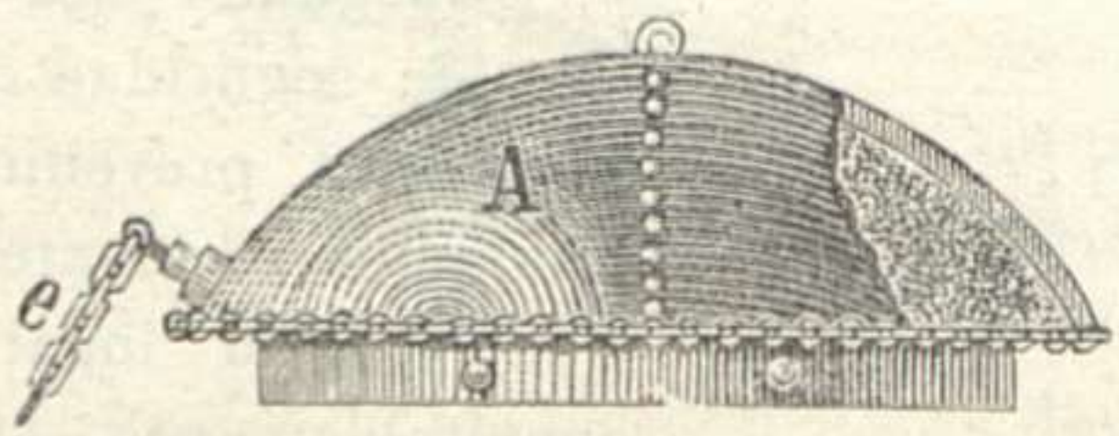
fig. 20 y se ideó con el objeto de que fuese difícil el pescarlo por medio del rastreo. Consiste en una cámara de cobre *a* donde vá contenida la carga, asegurada á un botalón *bb*, el extremo inferior del cual vá unido á una ancla por medio de una junta universal *c*. En la parte superior de la caja van atornilladas 5 *espoletas químicas*.

Fig. 20.



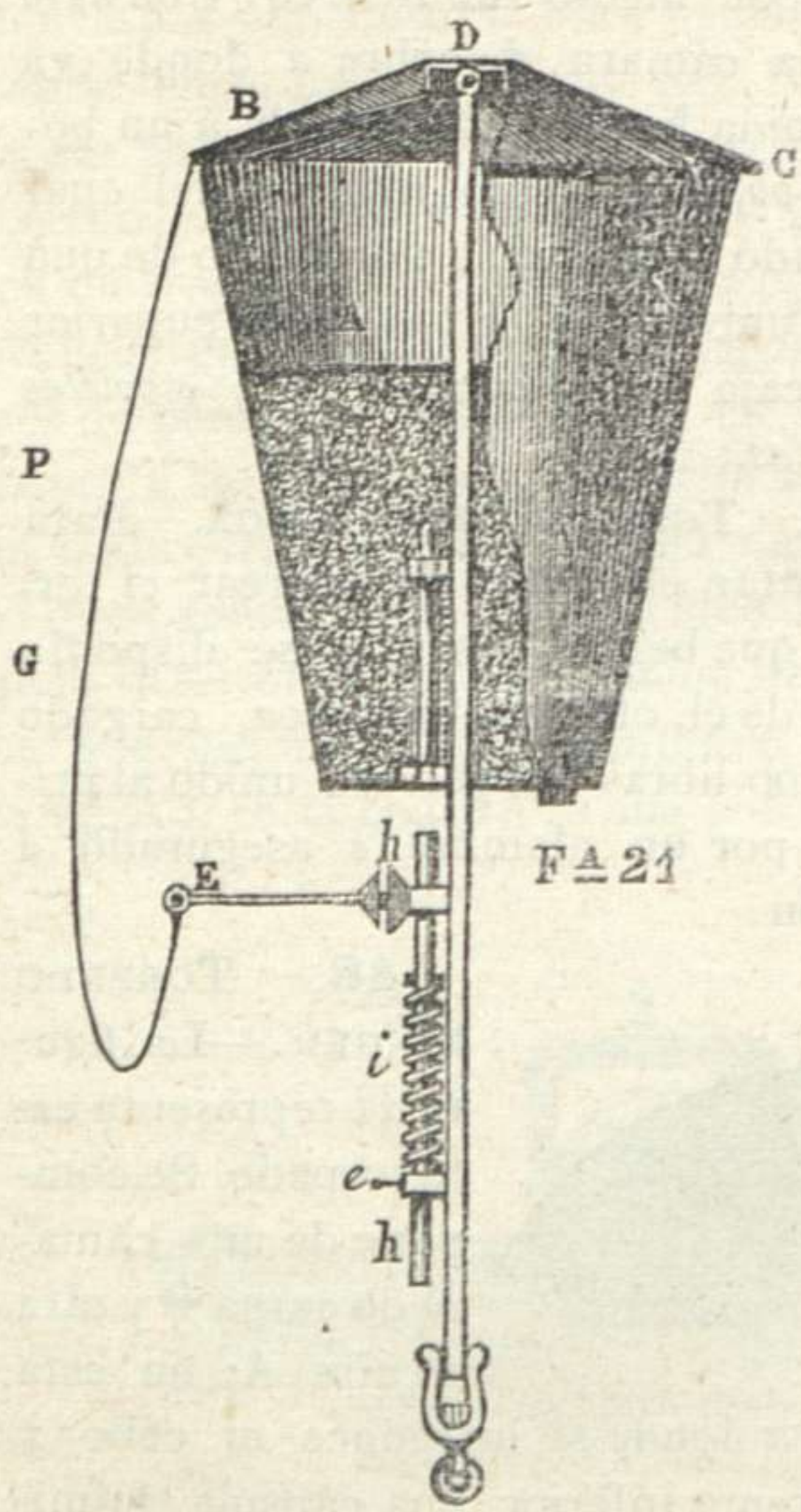
47. Torpedo de tortuga.—Para aumentar el peligro de rastrear el torpedo que hemos descrito, se disponia cerca de él, otro A, fig. 20*a*, cargado con 100 libras de pólvora unido al primero por un alambre *e* asegurado á una espoleta de fricción.

Fig. 20a



48. Torpedo Singer.—La figura 21 representa este torpedo. Se compone de una cámara de carga P y otra de aire A; en esta última vá fijo un tubo *a* donde se introduce el cebo y el cual lleva en su extremo inferior una cápsula fulminante; este tubo entra á rosca en la envuelta y la tapa de la cápsula (que es una planchuela muy fina de cobre) queda al ras con la cara inferior de aquella. Una pieza pesada de hierro fundido B C cubre la envuelta y se sostiene sobre ella por medio de la varilla D, cuyo extremo encaja en un rebajo que tiene dicha pieza por su parte inferior. Un alambre P G une la pieza B C con un pasador E que impide que el muelle *i* empuje para arriba

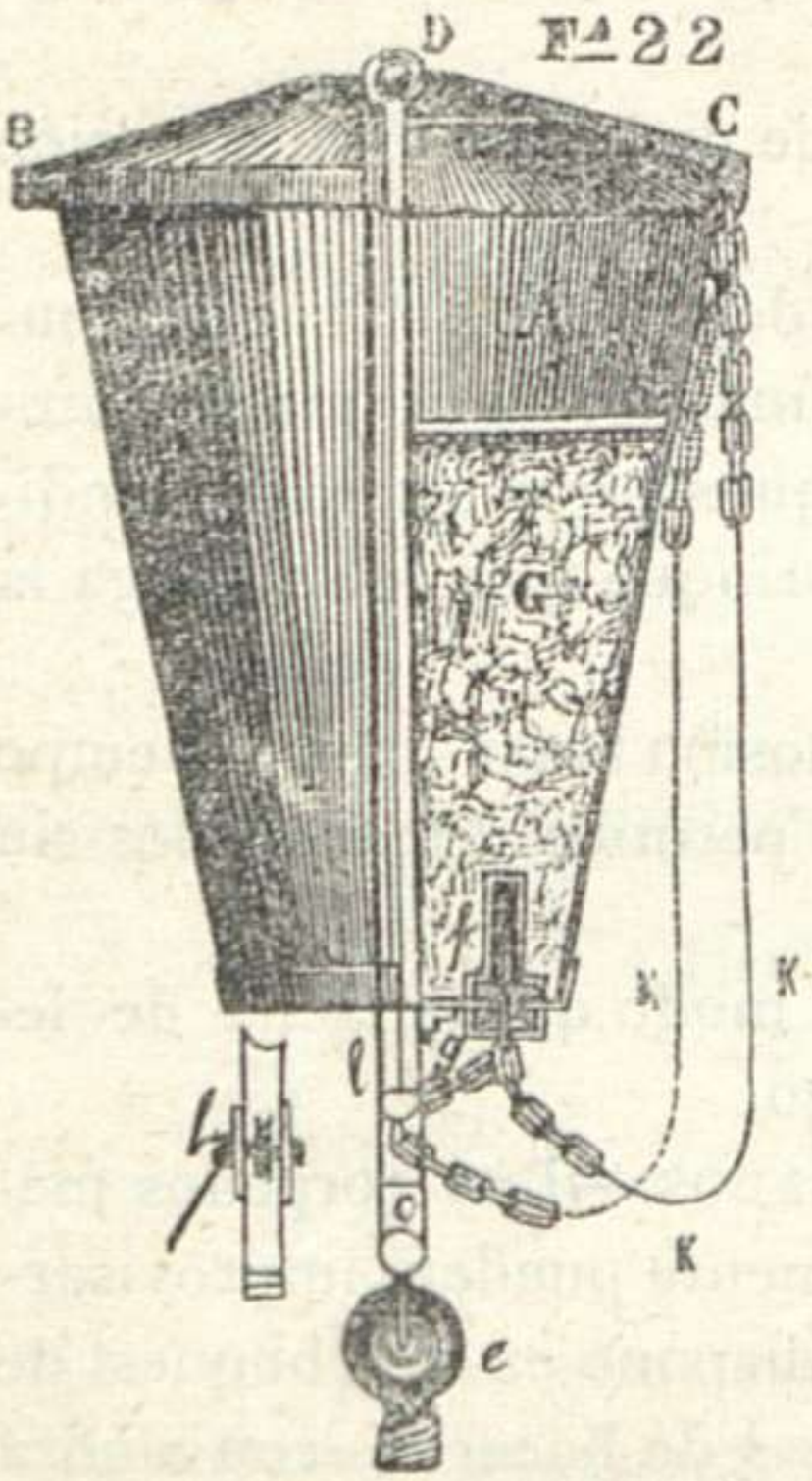
á la baqueta metálica *h*, cuya cabeza queda justamente bajo la cápsula fulminante. En el momento en que el choque de un buque haga desprenderse la pieza B C, esta al caer zafará el pasador E y el resorte *i* hará que la baqueta *h*, choque fuertemente contra la cápsula y determine su ignición y por consiguiente la de la carga.



Un segundo pasador de seguridad *e* sirve para prevenir cualquier accidente que tendría lugar inevitablemente si al manejar el torpedo se zafara por casualidad el pasador E. Este torpedo dió muy buenos resultados en la guerra separatista.

49. Torpedo Singer perfeccionado por Macevoy.—El torpedo descrito tiene el inconveniente de que el cebo se coloca antes de introducir la carga lo cual puede dar lugar á que ocurra alguna desgracia al practicar dicha operacion y además el que en los trasportes ó en su manejo puede recibir la envuelta cualquier golpe en el fondo que produzca la explosión. Para hacer

más seguro el manejo de dicho torpedo perfeccionó M. Evoy el sistema de darle fuego del modo que indica la figura 22. En la cámara de carga *c* se fija una espoleta de fricción *f* la cual se une á la pieza *B C* por medio de un alambre K K asegurado á un trozo de cadena. El alambre arponado de la espoleta pasa por un delgado diafragma de metal que se suelda perfectamente formando así una junta completamente estanca. Las explosiones accidentales se impiden asegurando un eslabon de la cadena á un cáncamo del vástago *c* por medio de un pasador *l*. La cadena marcada de puntos indica su posición durante el fondeo. A los pasadores *c* y *l* de las figuras 21 y 22 se les hace firme el extremo de un cabo delgado, al que se asegura un boyarín en su otro extremo para sostenerlo en la superficie del agua y zafar los pasadores cuando se desee, tirando de él y poniendo de este modo los torpedos en acción.



50. Torpedo Pietruski.—Al Sr. Pietruski Teniente de Navío de la Marina Austriaca se debe la invención de un torpedo mecánico el cual constituye un tipo nuevo en su clase y tiene muchas ventajas sobre las conocidas hasta la fecha de su invención.

Posteriormente el Teniente de Navío Sr. Bustamante

ha inventado otro análogo y tambien existen otros semejantes en Inglaterra y en Rusia.

Los detalles de esta clase de torpedos permanecen secretos, pero se sabe que sus principales ventajas son las siguientes:

1.ª Pueden fondearse desde un buque ó embarcación navegando á toda velocidad.

2.ª Para fondearlos basta dejarlos caer al agua y automáticamente quedan á la inmersión para que de antemano se han preparado, cualquiera que sea la profundidad, siempre que el cable ú orinque que llevan tenga la longitud suficiente.

3.ª No pueden hacer explosión hasta cierto tiempo después de fondeados, lo cual permite el manejarlos sin peligro.

4.ª Pueden disponerse de modo que la faena de levarlos pueda hacerse sin riesgo.

50*a*. Torpedos improvisados.—Los torpedos mecánicos son los que más fácilmente pueden improvisarse con los recursos de que se dispone en los buques de guerra. Cuando haya necesidad de hacerlo, convendrá tener presente, al elegir las envueltas, lo que hemos dicho sobre las condiciones que deben reunir (7) y procurar, dados los medios de que se disponga, aproximarse á ellas todo lo posible. Debe tenerse especial cuidado en que queden perfectamente estancas. Cuando se emplean barriles de madera deben reforzarse con zunchos de hierro.

SEXTA CONFERENCIA.

TORPEDOS ELÉCTRICOS.—CERRADORES DE CIRCUITO.

51. Torpedos eléctricos son, como hemos dicho, todos aquellos cuyas cargas se inflaman por medio de la electricidad.

Las espoletas que generalmente se emplean son las llamadas de hilo de platino y como generadores de electricidad se hace uso casi exclusivamente de las pilas. La inflamación de la espoleta puede determinarse teniendo interrumpido el circuito en tierra en la estación y cerrándolo en el momento que se desee por medio de una clavija, de una llave, etc., ó haciendo de modo que existan en él dos soluciones de continuidad, una en tierra y otra en el mismo torpedo y esta última dispuesta de tal modo que el choque de un buque la haga desaparecer.

En el primer caso los torpedos se llaman *eléctricos simples* ó *de observación* y en el segundo *electro automáticos*.

También puede disponerse de modo que su explosión pueda determinarse tanto por efecto del choque como á voluntad del operador y en este caso se llaman *eléctricos mixtos*.

Existe por último otra clase de torpedos eléctricos cuyo funcionamiento depende exclusivamente del choque sin que la voluntad del operador intervenga para nada, por no estar ligados con la costa, los cuales se llaman *electro-mecánicos* ó *independientes*.

Los primeros torpedos eléctricos que se emplearon fueron los eléctricos simples, porque los aparatos que se conocian para hacer que el circuito se cerrase por el choque de un buque eran muy imperfectos; pero en el dia, que dichos aparatos, llamados *cerradores de circuito*, se han perfeccionado, se dá la preferencia á los torpedos electro-automáticos.

52. Los cerradores de circuito pueden colocarse en el mismo torpedo ó en una boya aparte unida á él por medio de un cable conductor que comunique con la espoleta.

Las principales condiciones que debe tener un buen cerrador son las siguientes:

1.ª Que sea muy sensible á los choques ligeros (como son los que puede ocasionar un buque que se mueva con lentitud).

2.ª Que sea poco sensible á las conmociones bruscas.

3.ª Que después de haber funcionado una vez quede por sí mismo en disposición de volver á hacerlo.

Tiene gran importancia el que sean insensibles á las conmociones bruscas, porque al establecer la defensa de un puerto conviene reducir todo lo posible las distan-

cias que deben quedar entre torpedo y torpedo, y estas distanciassolo deben subordinarse á la resistencia mecánica que presenten las envueltas á los efectos de las explosiones de las cargas inmediatas y de ningún modo al funcionamiento de los distintos mecanismos que puedan entrar en el sistema, porque de ser así, de nada servirian las buenas condiciones que pudiesen tener aquellas.

Hay muchas clases de cerradores, pero pueden dividirse en dos grupos perfectamente caracterizados por el principio en que se fundan que son: cerradores de *conmoción* y cerradores de *concusión*.

Pertenecen al primer grupo todos aquellos cuyo funcionamiento depende de la inercia; y al segundo, los que necesitan para funcionar, recibir directamente sobre una de sus piezas la impresión de un choque.

En el día los cerradores de conmoción son los más generalizados; tienen la ventaja de que todo el mecanismo puede colocarse en el interior del torpedo ó de la boya en un espacio estanco sin comunicación con el exterior y por consiguiente, no hay temor de que el agua los deteriore; además, pueden resultar muy sencillos y baratos.

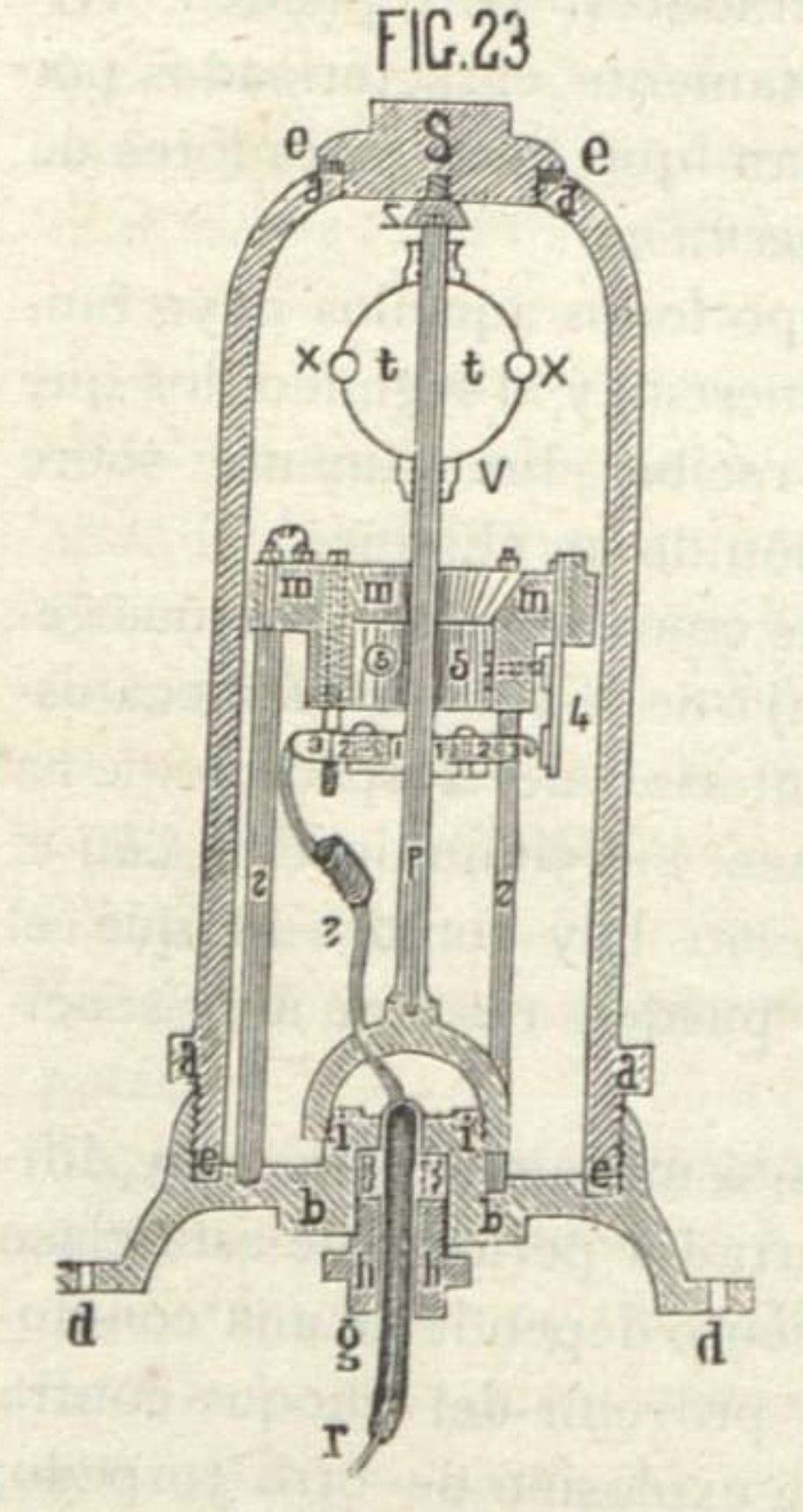
Á pesar de estas ventajas, á mi juicio, será muy difícil el llegar á realizar uu cerrador perfecto de esta clase porque como su funcionamiento depende de una conmoción, esta, lo mismo puede provenir del choque contra un cuerpo duro, como de la explosión de otro torpedo; además su regulación será siempre difícil porque si se dejan muy sensibles, las distancias entre torpedo y torpedo tendrán que ser grandes y no dejándolos muy sensibles se corre el riesgo de que un choque poco intenso no cierre el circuito.

De los muchos cerradores que se conocen no existe

ninguno, que sepamos, que pueda considerarse perfecto y como la descripción de todos ellos daría demasiada estensión á estas conferencias, solo nos ocuparemos de los empleados en nuestro servicio, y de algunos otros que por su sencillez merecen conocerse.

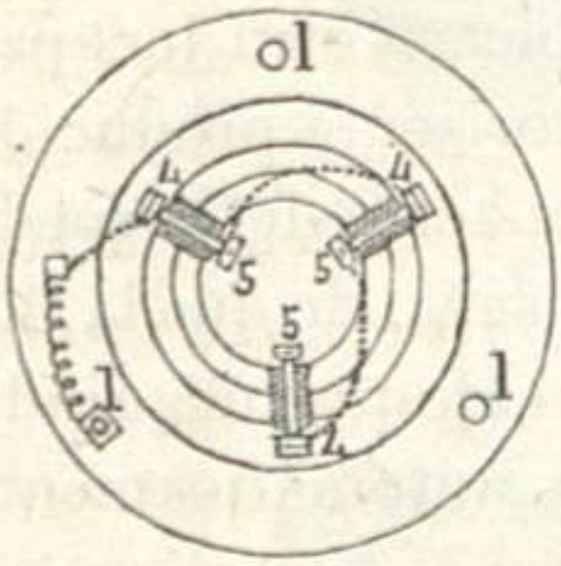
53. CERRADOR DE CIRCUITO SISTEMA MATHIENSON.— La figura 23 representa la vista de un corte del aparato. *b* es la base sobre la cual se elevan tres varillas de bronce que sostienen la pieza de ebonita *m* cuya parte interior está ahuecada; *n* es un puente metálico asegurado también á la base al cual vá firme la varilla de acero *p* que pasa por el interior de la pieza *m* y lleva próxima á su extremidad superior una pesada bola de plomo *t* rodeada de un anillo de goma *x*; firme á la parte central de la misma varilla hay una plataforma compuesta de un casquillo de metal 1, unido á una corona de ebonita 2, rodeada de un anillo metálico 3 el cual lleva tres contactos de platino; esta disposición tiene por objeto aislar el anillo 3 de la varilla *p*. En la pieza de ebonita *m* hay firmes tres lengüetas de metal 4, provistas de contactos de platino, los cuales vienen á caer enfrente de los del anillo 3 y la distancia entre unos y otros puede regularse por medio de los tornillos 5. Las tres lengüe-

FIG. 23



tas 4, comunican entre sí y con una de las varillas *l* que sostiene la pieza *m*, del modo que indica el diagrama figura 24. *g* es una pieza de ebonita, llamada porta-conductores que lleva el alambre aislado *r* cuyo estremo *s*, desprovisto del forro aislador, se afirma á un tornillo que hay en el anillo 3. El porta-conductores *g*, se asegura á la base por medio de la tuerca metálica *h*, de cabeza exagonal, interponiendo una arandela de goma *i*, para impedir lo entrada del agua. Todo el aparato va cubierto por una campana de metal *a* atornillada á la base, y *c* es una arandela de goma para que el interior quede estanco; la parte superior S va atornillada y en su interior lleva una pieza *z* con un agujero en el centro en el que penetra el extremo de la varilla *p*, para evitar que en los trasportes el peso de la bola haga oscilar la varilla y altere la regulación; dicha pieza *z*, que va atornillada á la pieza *b*, debe quitarse cuando se disponga el aparato para funcionar.

Fig. 24.



El cerrador se coloca dentro de una boya á la que se asegura por medio de tuercas que enroscan en unos espárragos que van firmes en ella y penetran por los agujeros de las orejetas *d* de la base del aparato.

El modo de funcionar de éste, suponiendo la boya fondeada, es el siguiente: puesto el extremo exterior del alambre *r* en comunicación con el polo positivo de una batería que tenga el negativo al mar, la corriente quedará interrumpida en el anillo 3, pero al recibir un choque la boya que contenga el aparato, la inercia del peso *t* hará que el anillo 3 se ponga en contacto con alguno

de los muelles 4 y como estos están en comunicación con el mar, por el intermedio de la columna *l*, firme á la base del aparato, el circuito se cerrará, de modo, que si en él se introduce la espoleta del torpedo se producirá la detonación. Si en vez de emplear una batería que sea capaz de inflamar la espoleta se emplease otra incapaz de hacerlo, el establecimiento de la corriente producida por el choque no ocasionaría la detonación del torpedo pero podría utilizarse para tener una señal de que la boya había sido chocada y tambien, del modo que luego indicaremos, para introducir en circuito automáticamente otra batería mas poderosa.

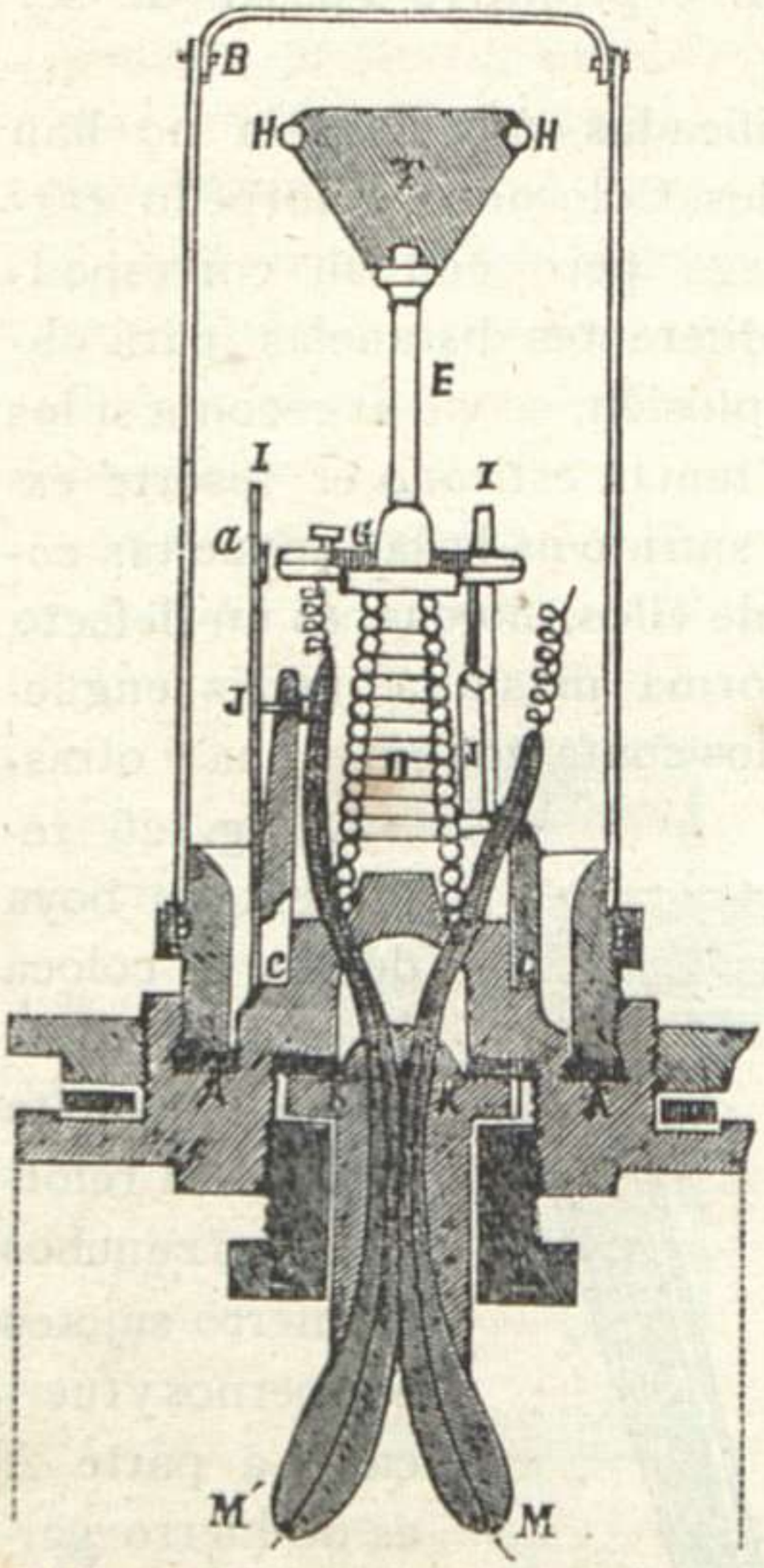
El aparato puede fácilmente disponerse como *interruptor de circuitos* es decir de modo que la corriente está siempre circulando y un choque contra la boya interrumpa momentáneamente el circuito; mas adelante esplicaremos el objeto de esta disposicion.

54. Cierra-circuitos de Mathienson perfeccionado. —La principal diferencia entre este aparato y el descrito anteriormente consiste en la sustitución de la varilla por un fuerte resorte espiral de bronce para evitar el inconveniente que hemos dicho de romperse la varilla.

La fig. 25 representa un corte de este aparato AA es una base de bronce con un agujero en el centro por el que se introduce el porta-alambres K que se asegura por medio de la tuerca de cabeza exagonal L. D es el muelle espiral que sustituye á la varilla del cerrador primitivo y T un peso cónico rodeado de un anillo de goma HH. G. es un disco de bronce, aislado de la varilla E, que tiene tres contactos de platino colocados frente á los muelles ó lengüetas flexibles II provistas también de sus contactos de platino *a*. Las lengüetas

flexibles I van fijas á un cilindro de ebonita *cc* y su distancia al disco G se regula por medio de los tornillos J. B es una campana de bronce que cubre el aparato, la cual se atornilla á la base interponiendo una arandela de goma para evitar la entrada del agua.

Fig. 25.



Uno de los alambres M se fija á una de las lengüetas III las cuales comunican entre sí por medio de alambres como en el cerrador antes descrito.

El otro alambre M' se asegura á un tornillo que hay en el disco G.

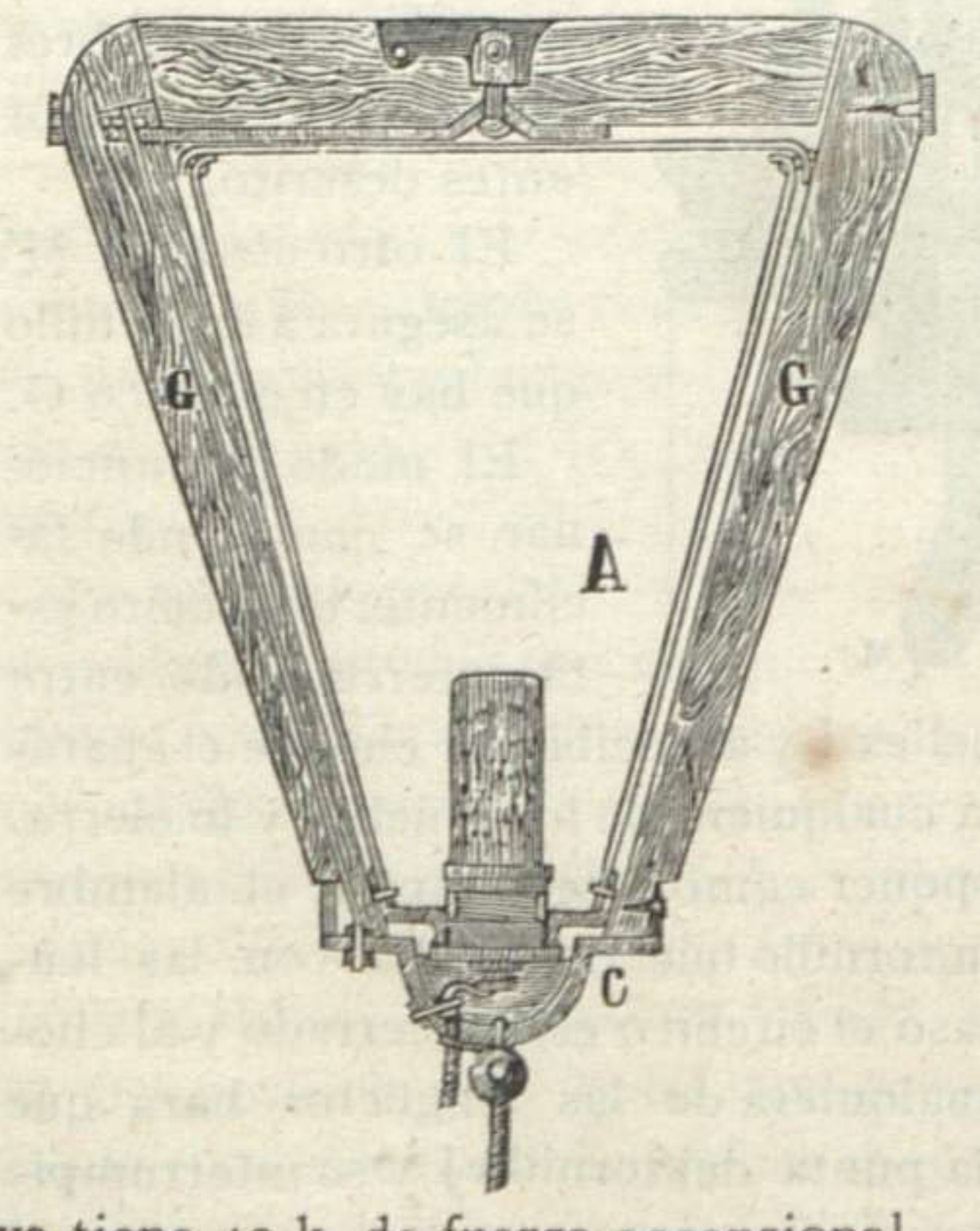
El modo de funcionar se comprende fácilmente; el circuito está interrumpido entre el disco G y los muelles I y al recibir un choque el aparato, el disco toca á cualquiera de los muelles y lo cierra.

Si se quiere disponer como interrumptor, el alambre M' se conecta á un tornillo que comunica con las lengüetas. En este caso el circuito estará cerrado y al chocar el disco con cualquiera de las lengüetas hará que esta se separe de la punta del tornillo J y se interrumpirá por un momento.

Este aparato perfeccionado es el que se emplea como reglamentario en España, pero el gobierno Inglés no lo ha aceptado y sigue usando el primitivo á pesar de ser más caro.

En las experiencias verificadas en la Escuela no han dado muy buenos resultados. Colocado un torpedo cargado y otros varios sin carga pero con su correspondiente boya y cerrador á diferentes distancias para observar los efectos de la explosión, se vió al reconocer los cerradores que casi todos tenian estirado el resorte espiral á pesar de no haber sufrido nada las envueltas correspondientes á algunos de ellos, lo cual es un defecto porque al quedar la plataforma más alta que las lengüetas no podrán tener lugar los contactos entre una y otras.

Fig. 26

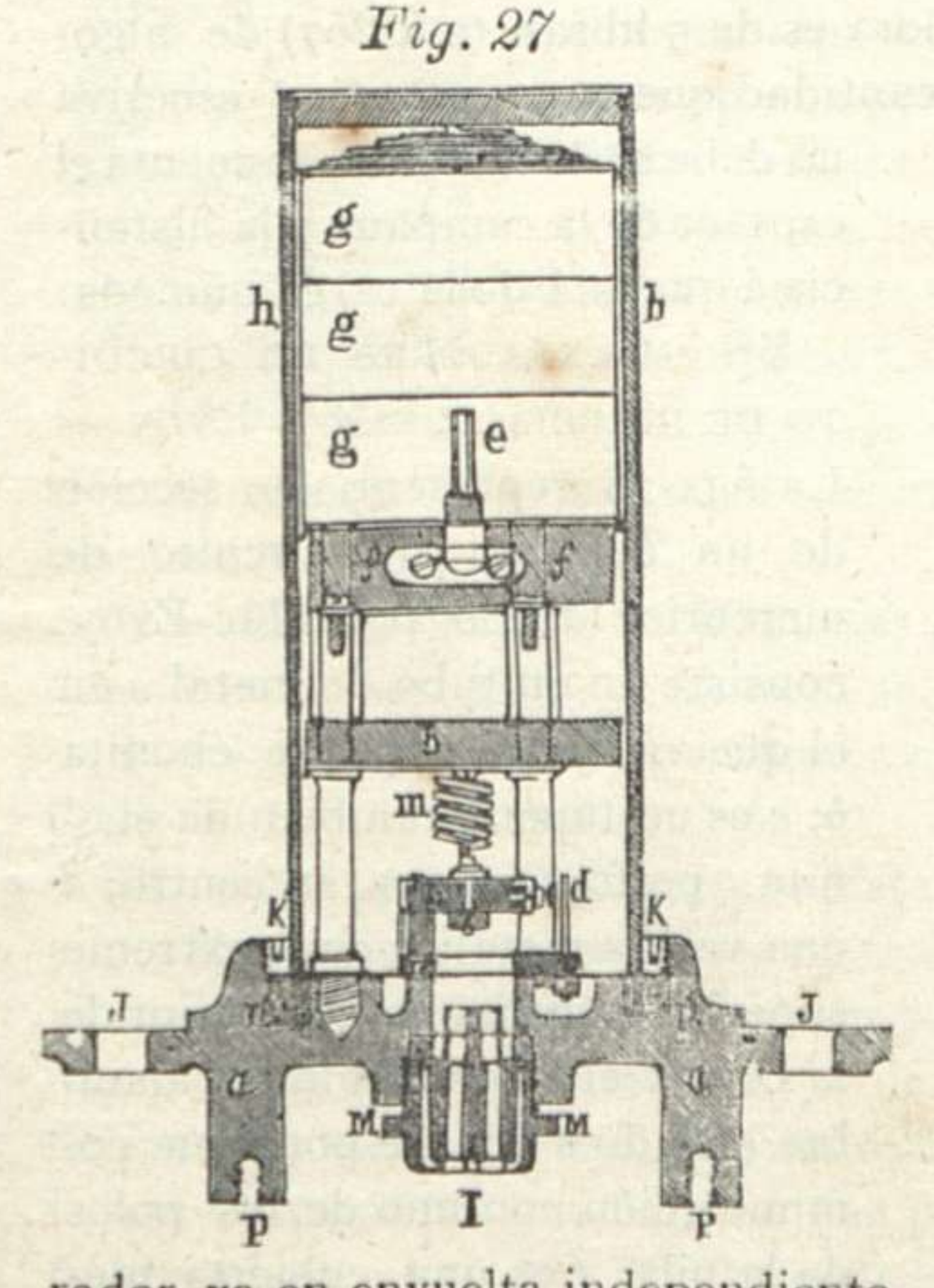


La fig. 26 representa la boya donde se coloca el cerrador. GG es una envuelta de madera reforzada con zunchos de hierro sujetos con pernos y tuercas. La parte A es de hierro galvanizado y forma una cámara de aire. C es un casquete de hierro fundido que hace de caja de empalmes. Esta boya tiene 43 k. de fuerza ascensional.

55. Cerrador Latimer Clark.—Este cerrador, fig. 27, solo se diferencia del que se acaba de describir en que el disco ó plataforma que lleva los contactos de platino, queda colgando del resorte *m*, en vez de ir montado sobre él. El circuito está interrumpido entre el disco y las lengüetas *d*. Esta disposición tiene la ventaja de que aun cuando el resorte se alargue por efecto de las contraminas ó por las explosiones de los torpedos inmediatos, el disco puede seguir haciendo contactos con las lengüetas.

El cerrador vá montado sobre una base de fundición *a* y cubierto con una campana de acero *h* que se sujeta por medio de la arandela roscada *k*, interponiendo una arandela de goma *n*.

Fig. 27



Además de la disposición indicada en la figura en la que no solo está el cerrador sino la espoleta *e* y la carga iniciadora *g*, existe otra idéntica pero sin el aparato cerrador que se emplea en los torpedos de observación y en los que el cerrador va en envuelta independiente.

La base *a* sirve de tapa á las distintas envueltas que

construye la casa L. Clark, á las que se sujeta por medio de tornillos que pasan por los agujeros *J* y el cierre se hace estanco interponiendo una arandela de goma.

Los agujeros roscados P sirven para asegurar un casquete de fundición que hace de caja de empalmes.

El porta alambres es un cilindro de goma flexible I con dos taladros paralelos á su eje en los que se introducen dos trozos de alambre aislado y la obturación se obtiene por la presión que ejerce la tuerca M. Estos porta alambres sirven también de porta espoletas y cuando no haya necesidad de emplear mas que un conductor, el otro se corta.

La carga iniciadora es de 5 libras (2 k 267) de algodón pólvora seco, cantidad que aunque parece escesiva no debe serlo teniendo en cuenta el espesor de la campana y la distancia á que está de la carga húmeda.

Fig. 28.

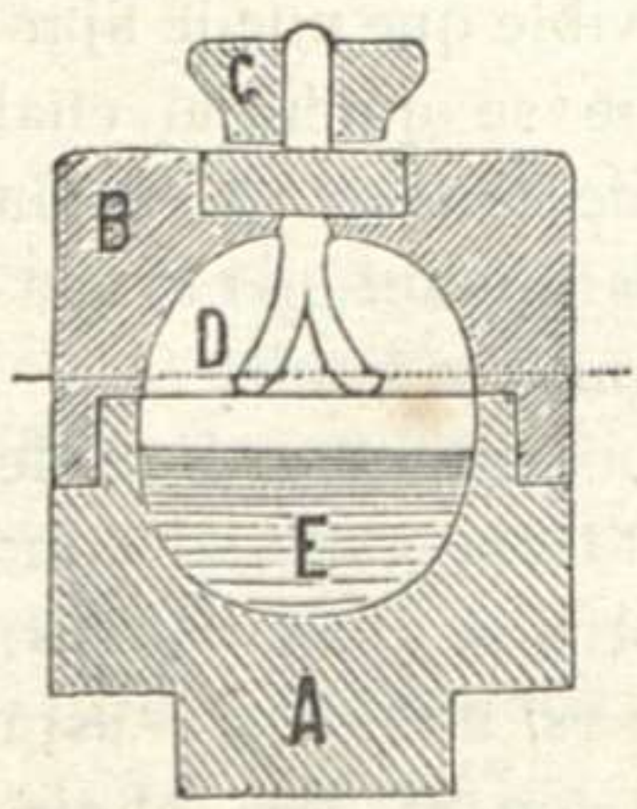
56. Cerradores de circuito de inercia, de Mac-Evoy.— La fig. 28 representa la sección de un cerrador de circuito de mercurio ideado por Mac-Evoy: consiste en un tubo de metal *a* en el que vá fija la copa de ebonita *b*; *c* es un tapón, tambien de ebonita, perforado por su centro; *d* una varilla metálica cuyo extremo superior penetra en el interior de la copa y el otro va unido al alambre aislado *e* que se pone en comunicación con uno de los polos de la pila; *f* es una cubierta metálica que se atornilla á la copa

de ebonita y comunica con otro alambre *g*, unido al otro polo de la pila. La copa *b* se llena de mercurio hasta la altura del tapon *c*.

Al recibir un choque el aparato el mercurio se pone en comunicación con el tapón metálico *f* con lo que el circuito se completa y se produce la explosión.

2.ª La fig. 29 representa otro cerrador del mismo inventor.

Fig. 29.



A es una taza metálica llena de mercurio hasta cierta altura. En la parte inferior está roscada para fijarla á la boya. Va cerrada con una tapa de ebonita BB provista de una prensa C. En el extremo inferior de la prensa hay soldadas dos lengüetas metálicas cuyas puntas quedan á una pequeña distancia del nivel del mercurio. Uno de los polos de la batería se conecta á la prensa C y el otro se pone en comunicación con el mar.

Al recibir un choque, las lengüetas se ponen en contacto con el mercurio y el circuito se cierra.

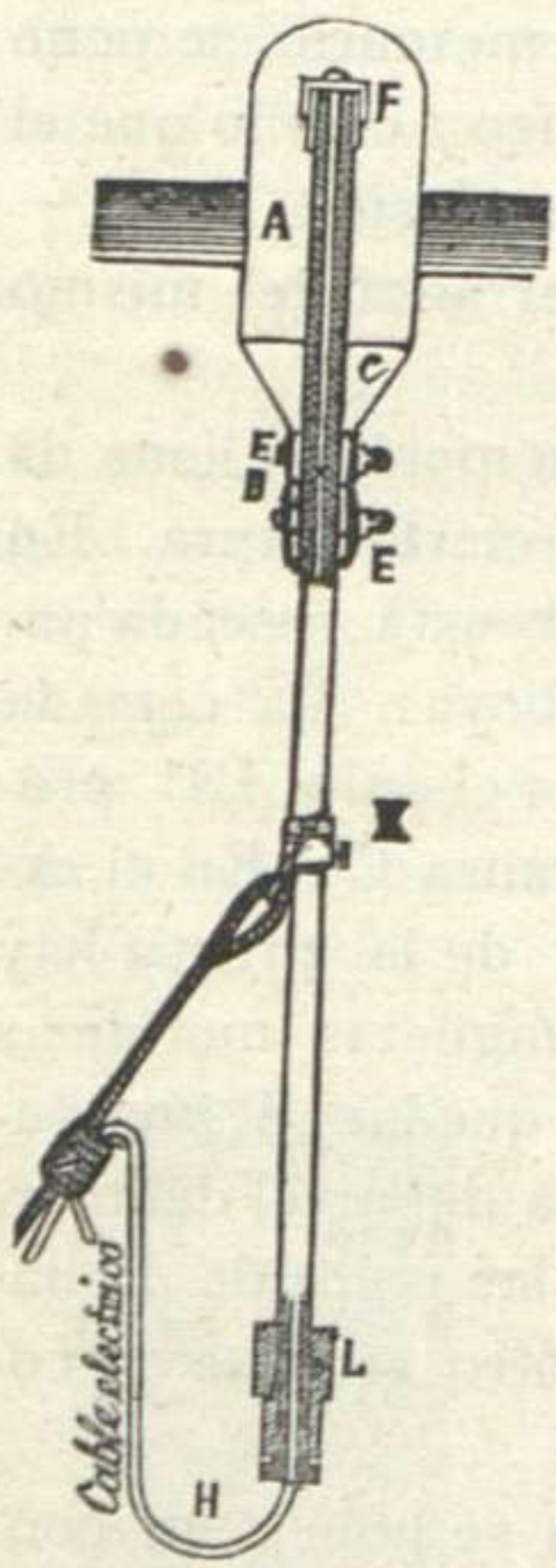
Basados en el mismo principio hay algunos otros aparatos del mismo inventor.

57. Cerrador Atkinson.—Este cerrador merece conocerse pues por su sencillez es fácil de hacer con los medios de que se dispone en los buques de guerra. Se compone de una envuelta de hoja de lata ó de plancha delgada de metal de la forma indicada en la fig. 30, en la que se introduce una varilla *c* que puede ser de metal ó de madera.

Esta varilla se asegura al cuello de la envuelta por

medio de un collar de goma B que se trinca con alambre ó se sujeta por medio de los casquillos metálicos E. F es un disco metálico que debe estar aislado de la varilla si esta es metálica; H es el conductor que se fija al disco F atravesando el collar de goma. Si la varilla es de metal y hueca el conductor pasa por su interior. K es un cáncamo movible que puede fijarse á la altura que se quiera el cual lleva la amarra de fondeo. L es un peso que sirve para mantener el aparato vertical cuando se fondee.

Fig. 30.



Su acción es la siguiente: Uno de los polos de la batería se fija al conductor H y el otro se lleva al mar; como la envuelta es metálica y está en comunicación con el agua, el circuito se cerrará en cuanto el disco se ponga en contacto con ella, lo cual tendrá lugar en el momento en que el aparato reciba un choque.

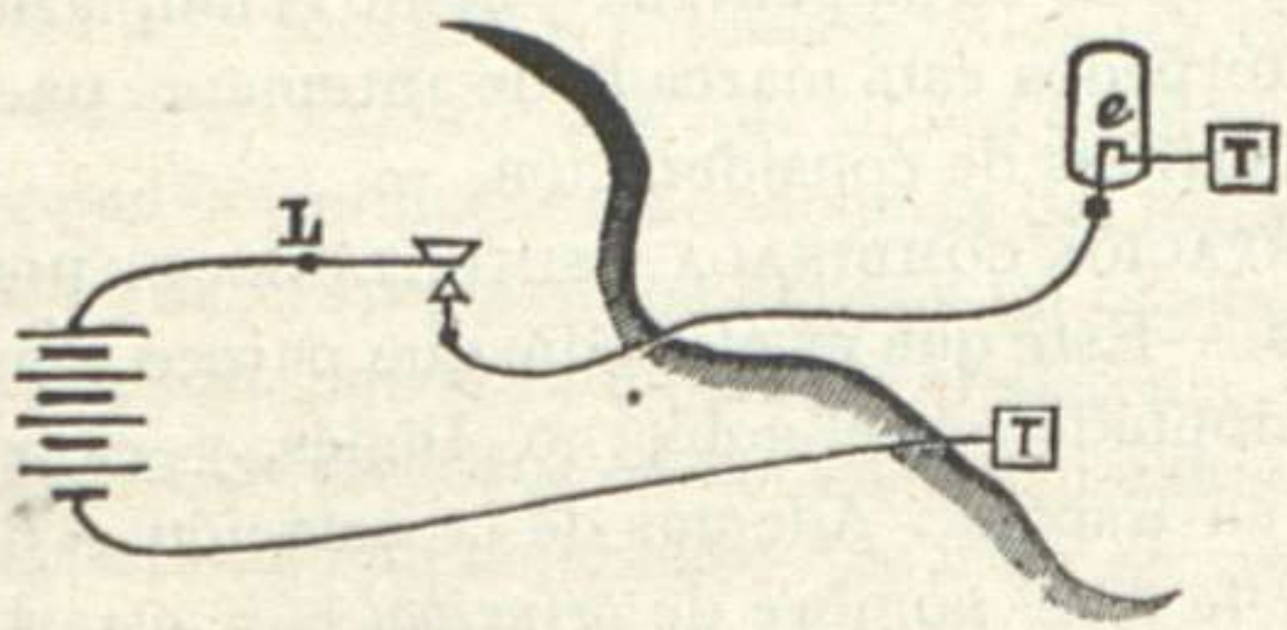
Este cerrador solo debe admitirse como improvisado ó falta de otro que reuna mejores condiciones pues tiene el inconveniente de ser muy sensible á los efectos de las explosiones de los torpedos inmediatos. En las experiencias verificadas por la Escuela se fondeó uno á 35 metros de un torpedo cargado con 113 k. de algodóu pólvora y la explosión destrozó por completo la envuelta metálica.

SÉPTIMA CONFERENCIA.

INSTALACIÓN DE LOS TORPEDOS ELÉCTRICOS.

58. Torpedos eléctricos simples ó de observación.—La instalación eléctrica en esta clase de torpedos es la representada en el diagrama, fig. 31. Como se vé es lo más sencillo posible, consiste en dar tierra á uno de los ramales de la espoleta, unir el otro al cable y el extremo de este á una llave L que comunica con el polo positivo de una batería que tiene el negativo á tierra. De este modo para dar fuego no hay más que hacer desaparecer la solución de continuidad L.

Fig. 31



Para determinar el momento preciso en que deben dispararse (que debe ser cuando el buque que se trate de destruir se halle dentro del rádio de acción del torpedo,) se han ideado diferentes medios de los cuales indicaremos los más generalizados.

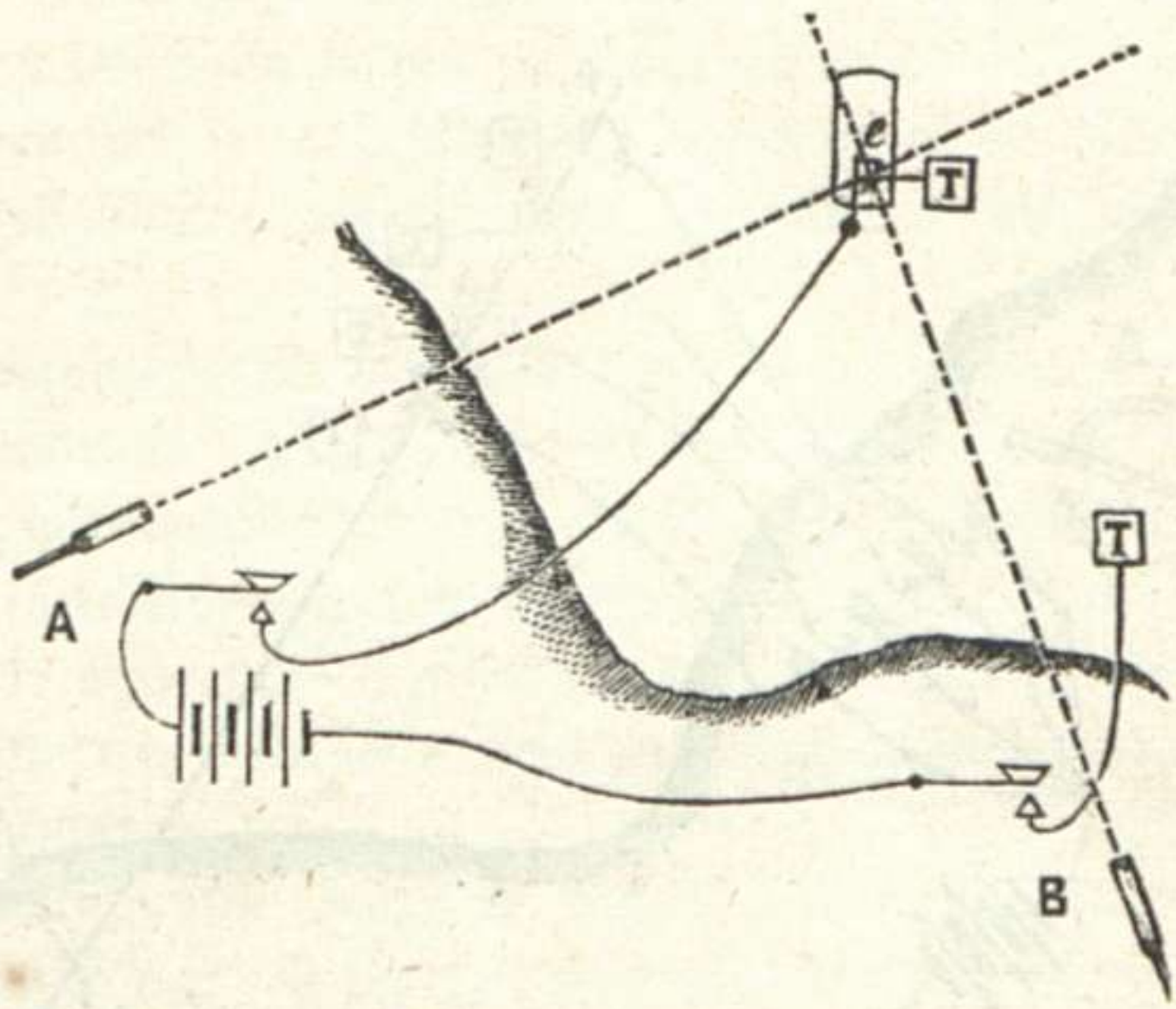
59. Cámara oscura.—Consiste en obtener por medio de un prisma la imágen del puerto sobre una superficie fija en la cual se marca de antemano el emplazamiento de los torpedos. Observando en ella el movimiento de los buques, puede verse cuando estos entran en el rádio de acción de los torpedos.

A pesar de lo sencillo que parece este método, es muy poco práctico, pues la imágen del puerto, y por consiguiente la de la zona donde están emplazados los torpedos, ocupa una extensión muy pequeña por ventajosa que sea la posición que en la práctica pueda ocupar la cámara, por lo que se hace difícil el determinar con exactitud el momento en que un buque entra en el rádio de acción de cada torpedo. Además en los puertos de mareas, la elevación de la cámara sobre la superficie del agua varía, lo cual hace variar la amplitud y posición del puerto proyectado en su pantalla y como el emplazamiento de los torpedos está marcado de antemano, pueden originarse errores de consideración.

60. Observación combinada y simultánea de dos observadores.—Este que es el medio que parece más eficaz, fué el adoptado por el gobierno Inglés y es el que se emplea en España. Además de la estación A figura 32, que se le dá el nombre de *principal* hay otra B que se llama de *convergencia* situadas de modo que las visuales dirigidas desde ambas al sitio donde esté emplazado el torpedo, se corten según un ángulo conveniente. El polo negativo de la batería de fuego en vez

de ponerlo directamente á tierra, se pone en comunica-

Fig. 32



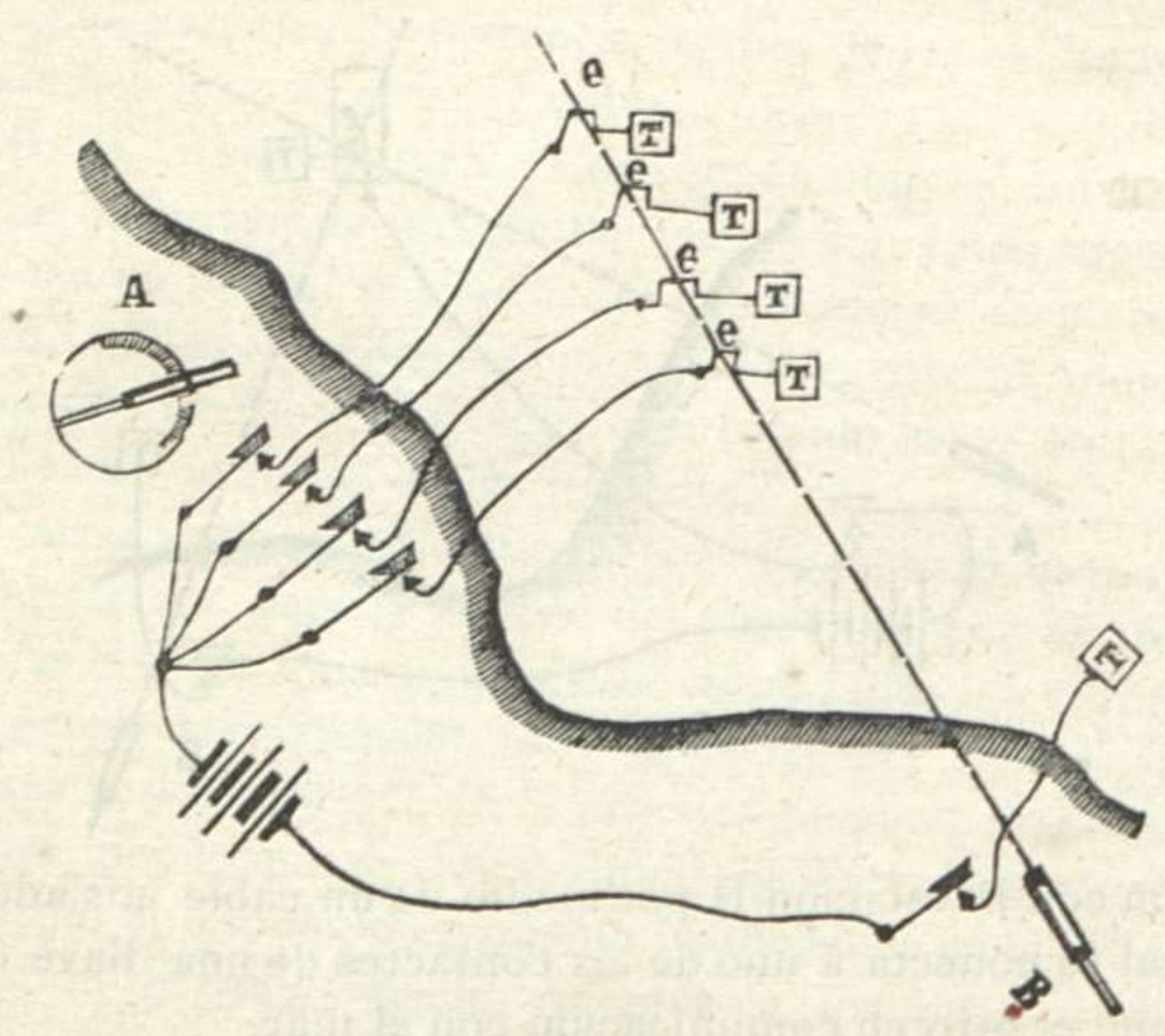
ción con la estación B por medio de un cable aislado el cual se conecta á uno de los contactos de una llave que tiene el otro en comunicación con el mar.

El circuito no se completará y por consiguiente la explosión no tendrá lugar hasta que los dos observadores de las estaciones A y B tengan bajas las llaves lo cual no deberán hacer hasta que ambos vean el buque enemigo en las enfilaciones conocidas del torpedo.

En vez de emplear dos llaves y un conductor para cada torpedo, puede simplificarse el sistema siempre que haya varios torpedos en la misma enfilación, fig. 33, bastando solo un conductor que vaya de una estación á la otra y una sola llave en la B. El anteojo de esta estación B debe estar fijo y el de la A debe poder dirigirse á los diferentes torpedos de la línea y su posición sobre un círculo graduado indicará cual es la llave que se debe cerrar. Esto sin embargo podria dar lugar á equivo-

caciones de trascendencia que pueden evitaree hacien

Fig. 33



do que el mismo anteojo cierre automáticament e la so lución debida.

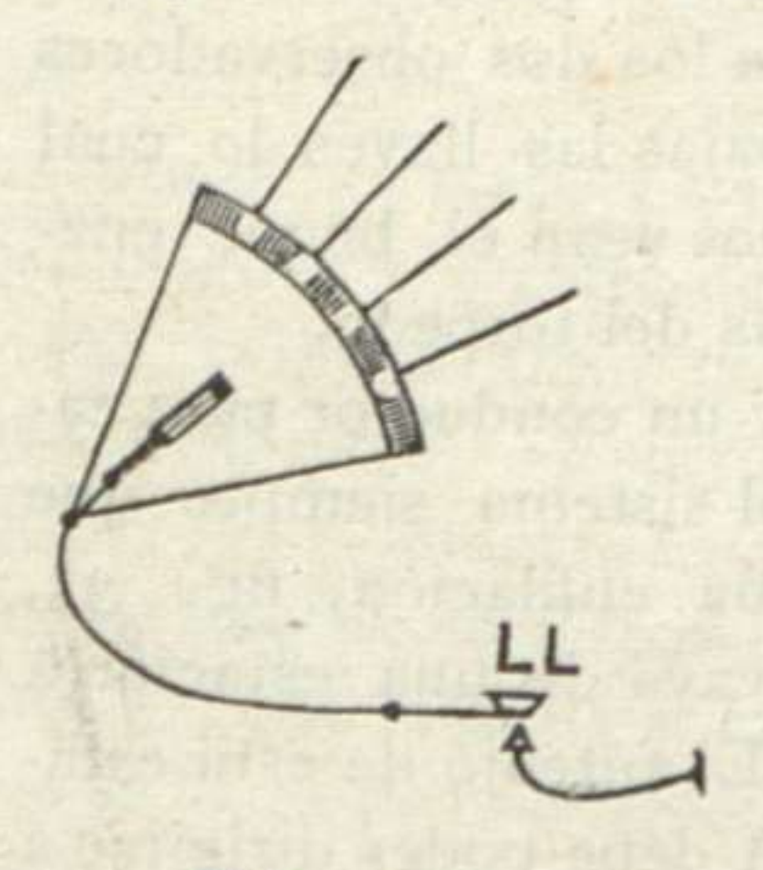


Fig. 34

La fig, 34 indica el modo de conseguirlo; las cuatro llaves de la estación A, figura 33, se reemplazan por un sector sobre cuyo arco van firmes los extremos de los conductores de los torpedos, aislados unos de otros y un anteojo dispuesto para que pueda girar sobre el centro, vá cerrando en su movimiento las distintas soluciones de cada torpedo.

Para mayor comodidad y para fijar mejor la *pun*

tería puede establecerse otra solución común á todas ellas.

61. Torpedos automáticos.—En esta clase de torpedos las soluciones de continuidad son dos, una en tierra en la estación y la otra en el cerrador que puede ir dentro del mismo torpedo ó en una boya aparte.

El empleo de las boyas se hace necesario en los puertos de mareas, pues de no tenerlas, si el torpedo se preparase, como debe hacerse, para que á media marea quedase á la inmersión debida, en la baja mar podria quedar en la superficie ó próximo á ella, según la amplitud de las mareas y en este caso sus efectos serian nulos ó muy pequeños.

La instalación eléctrica, según cada caso, puede representarse por las figuras 35 y 36. Como se vé, el observador no es árbitro de determinar la explosión, su acción se reduce á evitar que el choque lo haga por consiguiente no se necesita conocer la situación del buque, basta dejar en tierra la llave LL cerrada ó abierta y el buque se encargará, en el primer caso de completar el circuito y de determinar la explosión.

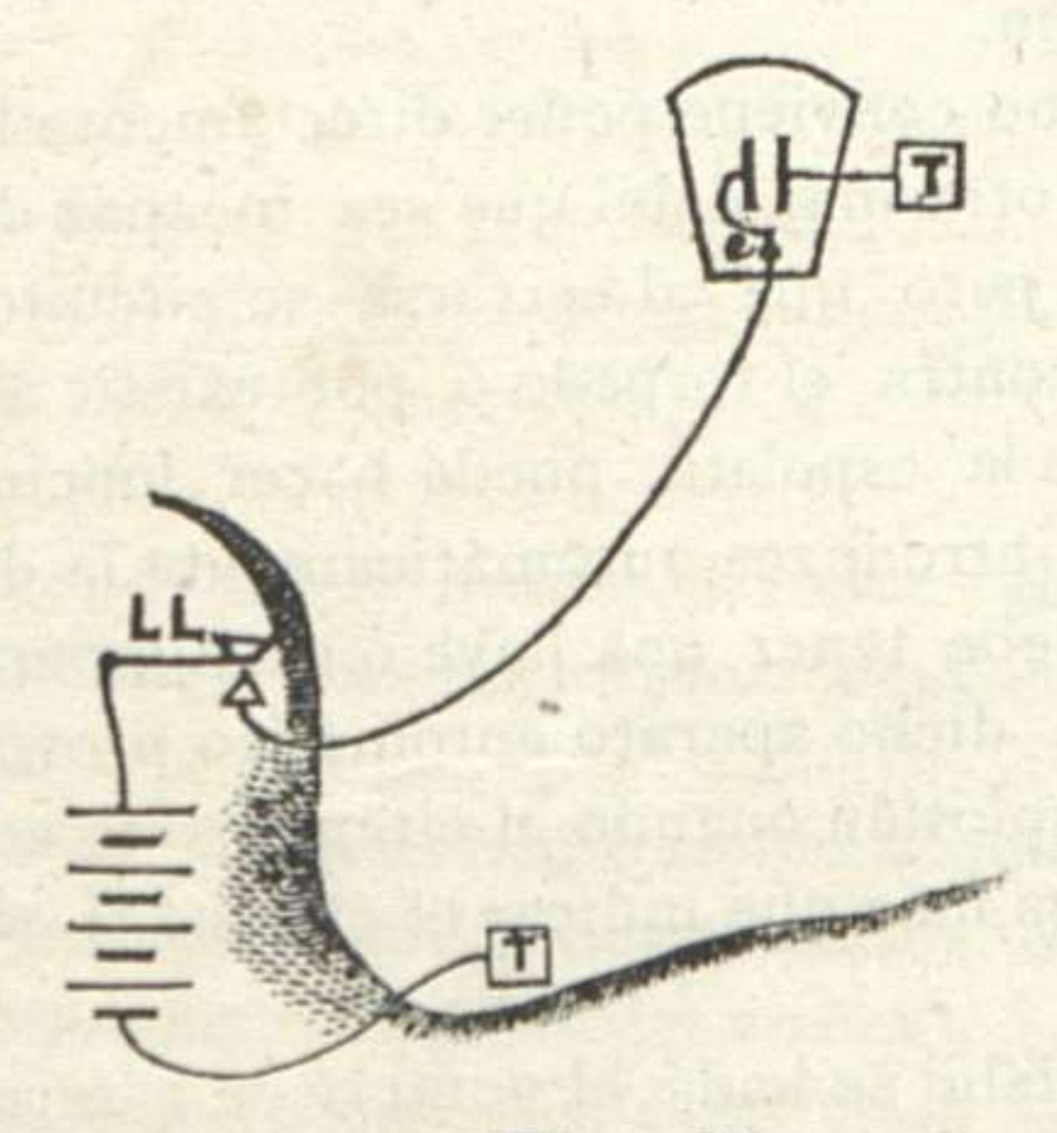
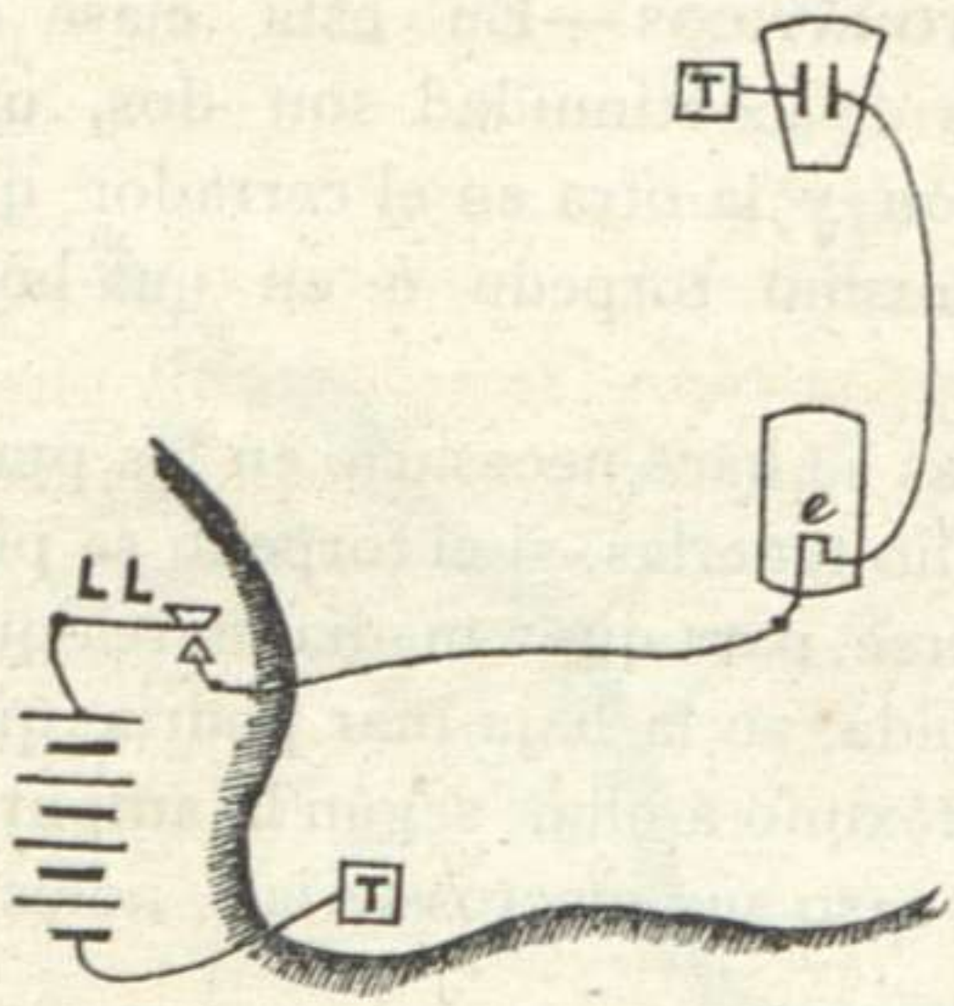


Fig. 35

El poner la batería directamente al cable como está

representado en las figuras 35 y 36, no es conveniente, pues si tuviese alguna falta de aislamiento estaria trabajando la batería sin necesidad y además podria averiarse sériamente, si como debe hacerse, recibiese la corriente positiva.

Fig. 36



También si la falta fuese grande y estuviese más allá de la espoleta podria hacer explosión el torpedo en el momento de cerrar la llave en tierra, pues quedaria convertido en un torpedo de observación.

Por estas razones no conviene poner directamente la bateria de fuego sino otra más debil que sea incapaz de inflamar la espoleta, pero que al cerrarse su circuito, bien por un choque contra el torpedo ó por existir alguna falta más allá de la espoleta, pueda hacer funcionar un aparato que introduzca automáticamente la de fuego; esta última debe tener una llave ó clavija para hacer que el juego de dicho aparato automático provoque desde luego la esplosión cuando el circuito esté cerrado en ella ó no haga más que indicar el choque si está interrumpido.

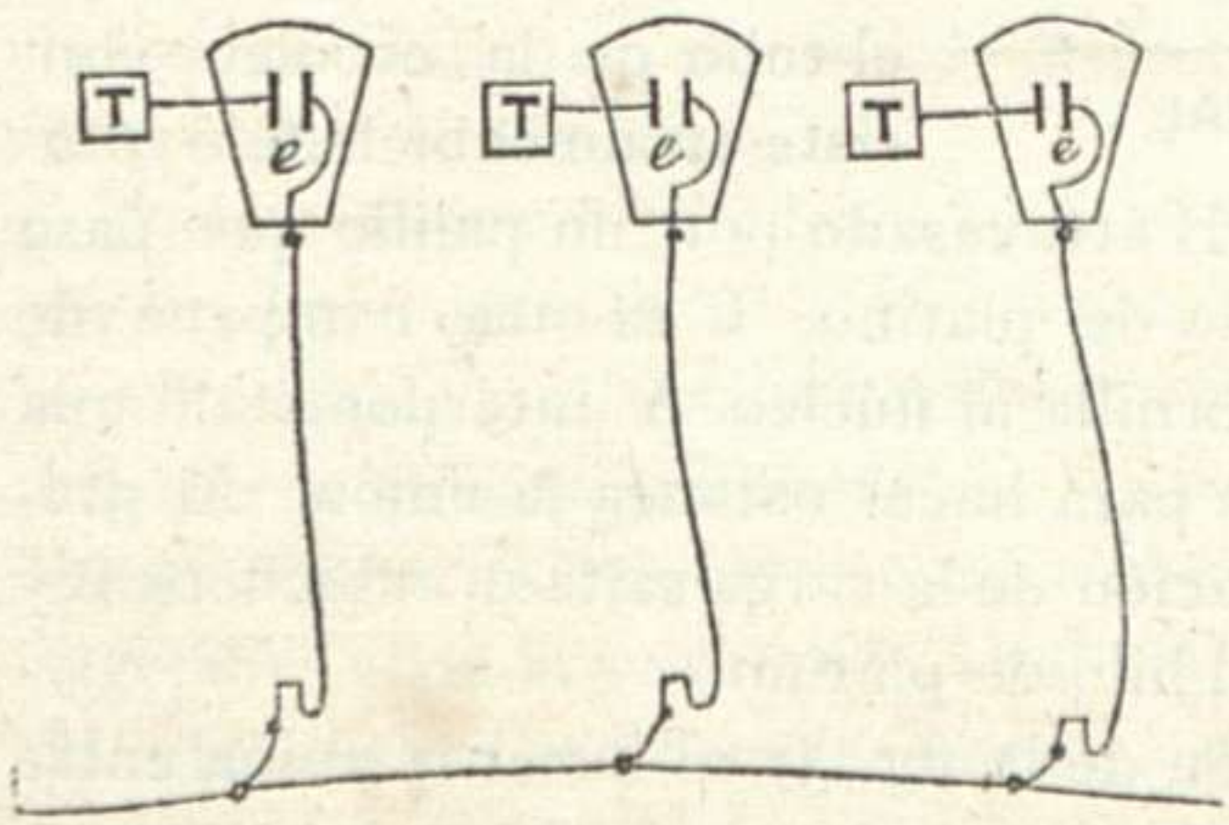
A la bateria más débil se le dá el nombre de batería de *señales* y el aparato que sirve para introducir en circuito la de fuego y para indicar el choque, *aparato de señales y fuego.*

Este aparato, del que nos ocuparemos despues, sé compone principalmente de un electro imán que excitado por la bateria de señales atrae una palanca de cuyo movimiento resulta la introducción en circuito de la bateria de fuego y la rotura del suyo propio.

Esta clase de torpedos son muy apropósito para la defensa de un puerto que deba quedar practicable pues permiten simplificar mucho la red de cables que requieren los de observación.

Pueden disponerse como indica la fig. 37, en la que como se vé no es necesario mas que un solo cable del cual parten ramales para los distintos torpedos. Al cerrarse el circuito en cualquiera de ellos funcionará el aparato de señales y fuego común á todos, pero no hará explosión más que el torpedo cuyo circuito se haya cerrado.

Fig. 37.

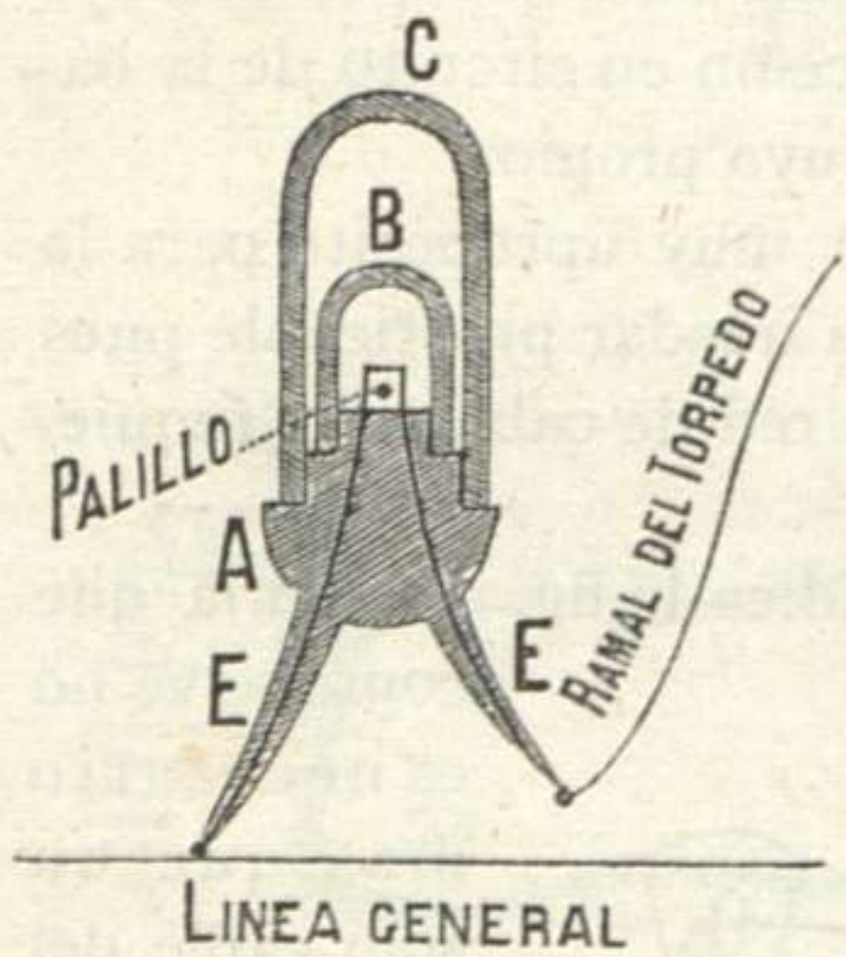


62. Al hacer explosión cualquiera de los torpedos, el sistema tomaría tierra permanente por el extremo descubierto del cable destrozado, lo cual sería causa de qne en lo sucesivo no funcionase el aparato de señales ni se produjese la explosión de ningún otro torpedo, á ménos de emplear una batería muy exagerada.

Para evitar este inconveniente se emplea un aparato

llamado *disyuntor*, que consiste, fig. 38, en una especie de espoleta cargada con una pequeña cantidad de polvorín ó de algodón pólvora; su núcleo A es de ebonita y los extremos de los alambres aislados EE que penetran en el núcleo y sobresalen un poco por su parte superior, están unidos por un hilo de platino muy fino que se suelda á ellos cuidadosamente; el tubo de la espoleta consiste en un cubichete ó campana de ebonita B atravesado por un palillo que pasa por debajo del hilo de platino. C es otra campana de hierro que se atornilla al núcleo A interponiendo una arandela de goma para hacer estanca la unión. Al producirse la inflamación de la carga salta el cubichete B y el palillo rompe el hilo de platino.

Fig. 38.



En la disposición de la fig. 37 al hacer la unión entre los ramales y el cable general se interpone el disyuntor, de modo que al romperse el hilo de platino, queda interrumpida la comunicación y como la campana exterior C debe ser bastante fuerte para poder resistir la presión de los gases é impedir la entrada del agua, no habrá pérdida de electricidad por el ramal roto del cable.

El disyuntor se construye de modo que no pueda funcionar antes que la espoleta del torpedo.

Esperimentalmente se ha comprobado que este sistema de disyuntores deja bastante que desear en la práctica. Si el cebo que rodea el hilo de platino es más sensible que el de la espoleta puede ocurrir que se rompa

antes de que aquella se inflame, y si es ménos sensible puede dejar de funcionar, porque al hacer explosión el torpedo, la resistencia que presenta el extremo del cable roto suele ser muy grande.

Estos inconvenientes se evitan haciendo el puente del disyuntor exactamente igual al de la espoleta, y empleando en ambos el mismo cebo y haciendo uso de una corriente algo mayor que la necesaria para determinar su inflamación. De este modo se consigue que la rotura del puente del disyuntor y de la espoleta sean simultáneas.

63. Torpedos eléctricos mixtos.—En este sistema se combinan, como se ha dicho, los dos métodos anteriores de dar fuego.

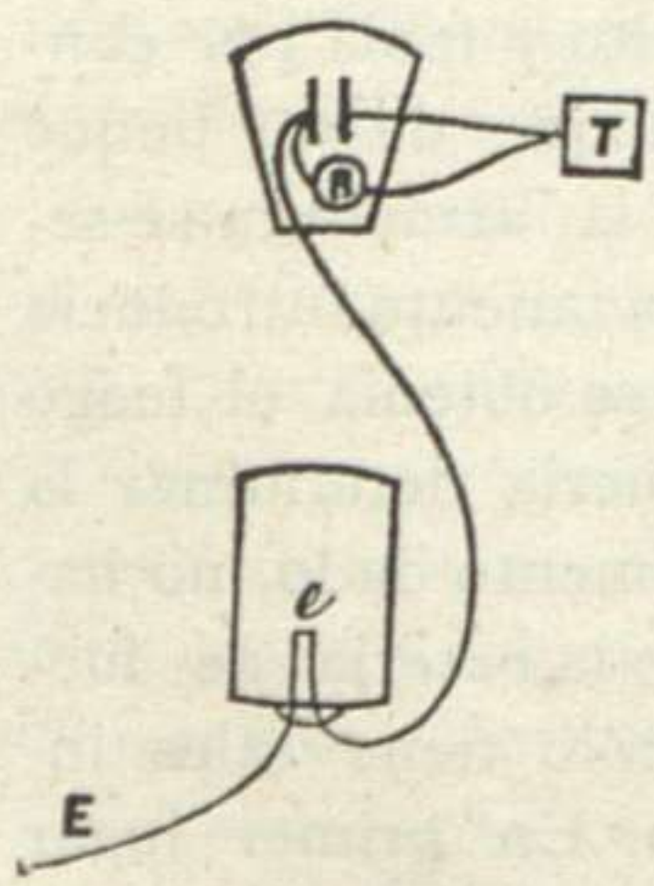
Para resolver el problema, se hizo uso primeramente de los interruptores, es decir, el circuito estaba cerrado en el torpedo y circulando constantemente por él la corriente de la batería de señales; el aparato de señales y fuego estaba introducido en el circuito y tenia por consiguiente atraida su armadura; el choque de un buque lo interrumpia momentáneamente, la armadura se separaba del electro-imán y en su movimiento introducia la batería de fuego. De este modo se obtenia el fuego automáticamente, y cuando se queria determinar la explosión de un torpedo en un momento dado, no habia más que introducir en circuito la batería de fuego. Este sistema al parecer tan sencillo tiene tales inconvenientes que ha sido desechado. En primer lugar la batería de señales está siempre funcionando, lo cual desde luego se comprende que es un inconveniente pues seria mejor que solo lo hiciese en el momento preciso; en segundo lugar, y este es el principal defecto, estando siempre atraida la armadura del aparato de señales, las

dos fuerzas que obran sobre ella que son la del electro-imán y la de un resorte antagonista que debe tener para llevarla á su posición inicial cuando cese la acción de aquel, están siempre en acción, y es más fácil que el equilibrio entre ambas se destruya por una causa cualquiera tal como una conmoción, un golpe, etc., que si estuviesen sin obrar hasta el momento preciso que es lo que sucede en los torpedos automáticos. La gravedad de este defecto consiste en que si por cualquiera de las causas indicadas llegase á separarse la armadura de los núcleos del electro-imán, al hacerlo podria introducir en circuito la corriente de la batería de fuego y se produciria la explosión del torpedo.

Estos defectos se han obviado á costa de aumentar la batería de fuego del modo siguiente:

Se emplea el cerrador automático y para dar fuego á voluntad se dispone un circuito E *e* RT, fig. 39, cerrado constantemente á través de una resistencia R que sea suficiente para hacer que el aparato de señales y fuego no funcione con la corriente de la pila de señales. Al recibir un choque el torpedo ó la boya que contenga el cerrador, este funcionará como si la resistencia R no existiese y cuando se quiera dar fuego á voluntad no habrá más que mandar una corriente de intensidad suficiente para inflamar la espoleta á través de dicha resistencia R.

Fig. 39



A estos torpedos pueden aplicarse todos los métodos de dar fuego que se emplean con los eléctricos simples.

OCTAVA CONFERENCIA.

DIFERENTES MODELOS DE TORPEDOS ELÉCTRICOS.—ANCLAS PARA LOS TORPEDOS.

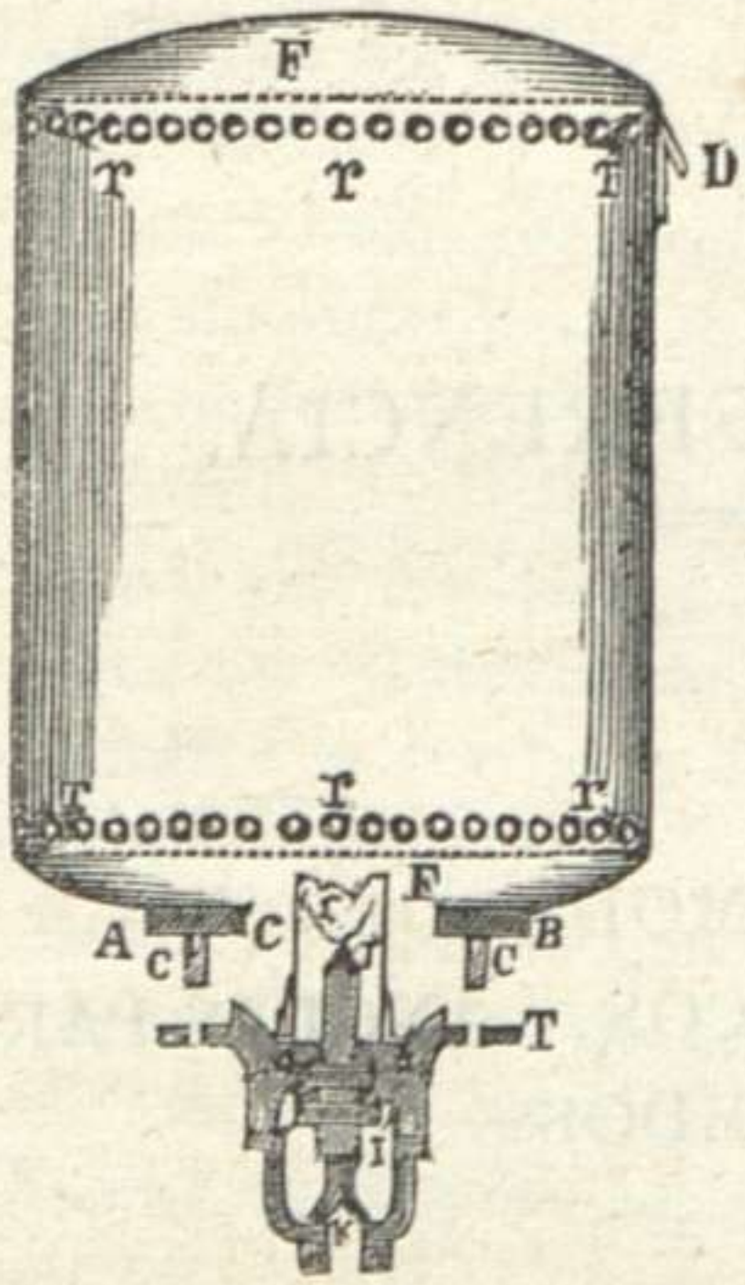
64. Ya se trató en la 1.ª Conferencia de la forma y condiciones que han de tener en general las envueltas y ahora daremos la descripción de los modelos de torpedos eléctricos que se emplean en España y una idea de algunos de los más usados en otras naciones.

TORPEDOS DE OBSERVACIÓN.—Estos torpedos se emplean generalmente como durmientes pues el choque de un buque nada puede hacer.

TORPEDOS DE FONDO.—TORPEDO MATHIENSON.—La fig. 40 representa el que tenemos en España; está formado con plancha de hierro de 4 m|m y se compone de tres partes, la central E que es cilíndrica y los dos casquetes FF unidos por medio de remaches *rrr*. En la superficie

lleva seis refuerzos DD.... tres en la parte superior equidistantes y tres en la inferior dispuestos de igual modo y en ellos se aseguran unas argollas para el fondeo.

Fig. 40.



AB es un agujero por el que se efectúa la carga y á su alrededor hay un collar de hierro fundido en el que ván firmes los espárragos roscados *ccc*... que sirven para asegurar la tapa T.

Esta tiene un agujero en el centro para dar paso al *porta-espoletas* que consiste en una pieza de ebonita P figura 41 en la que se hallan alojados los alambres aislados *rr'*. El portaespoletas se introduce por el agujero de la tapa y se sujeta por medio de la tuerca I que es de bronce y de cabeza exagonal y ahuecada en su interior para dar paso al cuerpo inferior de aquel; antes de meter la tuerca se introduce una arandela de goma para impedir la entrada del agua.

Fig. 41.

Los ramales de la espoleta se empalman á los alambres *r r* y C es una campana de bronce para la carga iniciadora. Esta campana tiene en su base unas orejetas con agujeros para dar paso á unos espárragos que hay en la parte interior de la tapa á la que se sujeta por medio de tuercas interponiendo una arandela de goma. En la parte inferior de la

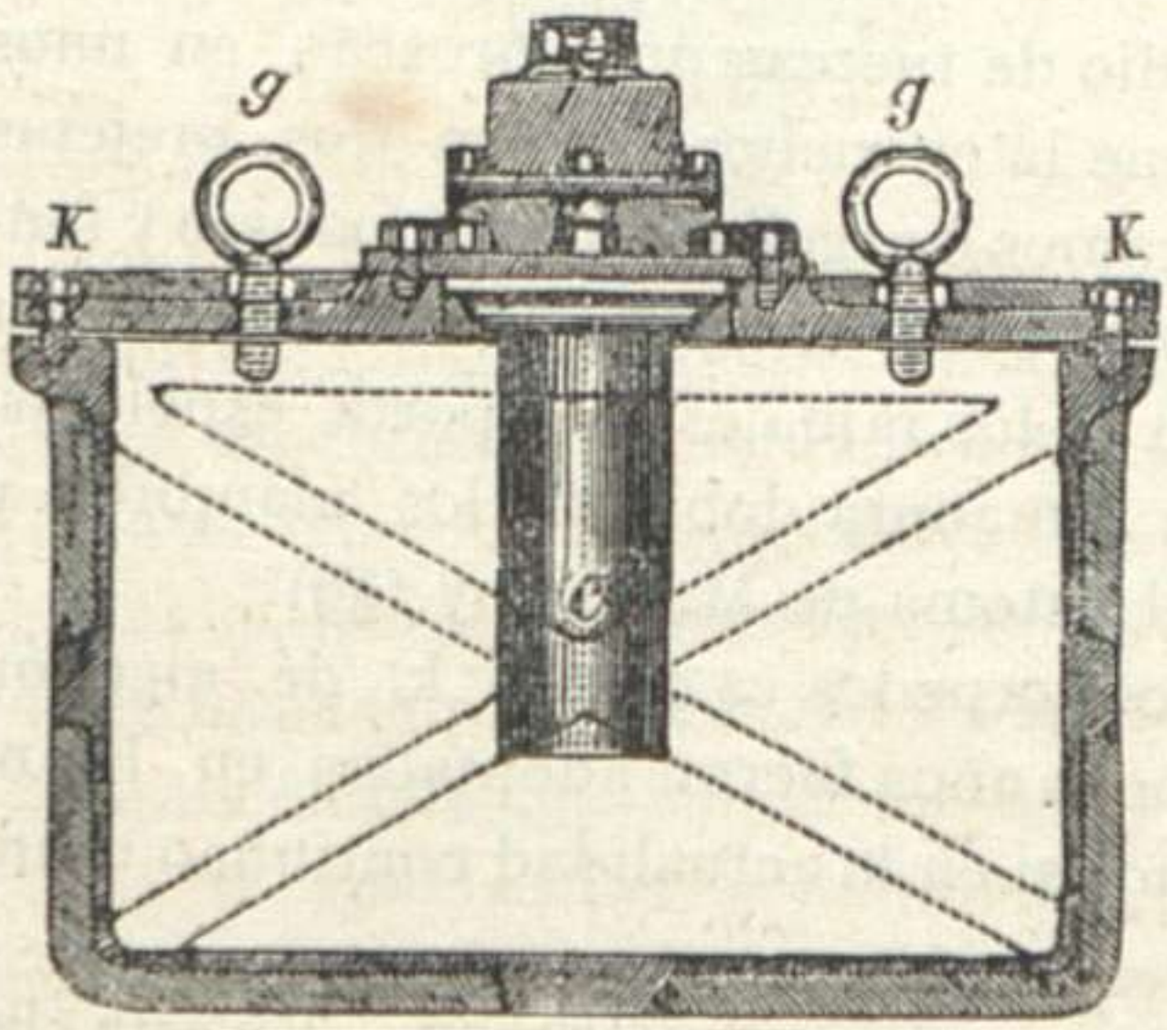
tapa hay un casquete K sujeto también con tuercas y sirve para alojar los empalmes de los alambres del portaespoletas con los cables é impedir que estos trabajen.

Después de cargado el torpedo se pone una arandela de goma sobre el collar AB y sobre esta la tapa que se sujeta fuertemente por medio de tuercas.

Este torpedo que es el mismo que se emplea en Inglaterra, conocido con el nombre de torpedo de 250 libras, se carga ordinariamente con esta cantidad de algodón polvora comprimido y húmedo pero si se quiere puede aumentarse la cantidad de explosivo pues estivando bien la carga caben hasta 500 libras (226 k.) Pesa descargado 123 k, su fuerza ascensional después de cargado es de 29 k. y la distancia á que deben fondearse unos de otros de 55 á 60 metros.

66. Torpedos L. Clark.—Son de fundición maleable y de la forma que representa la fig. 42. La cara superior se levanta para introducir la carga y se sujeta después por medio de tornillos y tuercas K haciendo la unión estanca con cajeta y masilla. En el centro tiene un agujero por el que se introduce la campana de la carga iniciadora *c* (55) y al estivar la carga hay que tener cuidado de dejar en

Fig. 42.



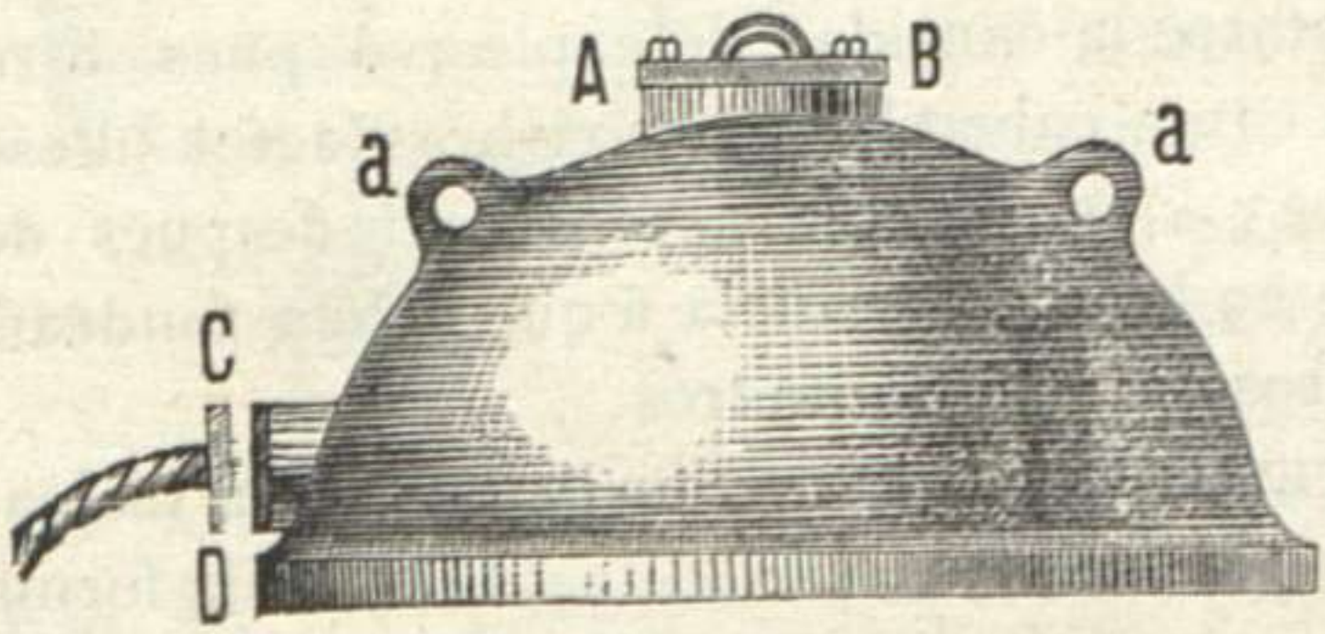
el centro un hueco de 41 c|m de altura para recibir dicha campana.

g g son dos cáncamos para el manejo.

Este torpedo se carga con 226 k. de algodon pólvora. Su peso es de 400 á 450 k. y una vez cargado y listo debe pesar unos 317 k. más que el agua que desaloja. Está calculado para resistir la acción de una contramina de 500 libras á 20 metros.

67. Torpedo de Mac-Evoy.—Es de fundición y de la forma representada en la figura 43. A B es la tapa, por la que se efectúa la carga, la cual se asegura por medio de tuercas que enroscan en unos espárragos que tiene la envuelta; *a a* son dos orejetas que sirven de cáncamos ó argollas para su manejo y fondeo. El cable entra por C D y después de empalmar el conductor á uno de los ramales del porta espoletas, queda firme por la armadura doblando los alambres y sujetándolos por el sistema de Mac-Evoy (39).

Fig. 43.



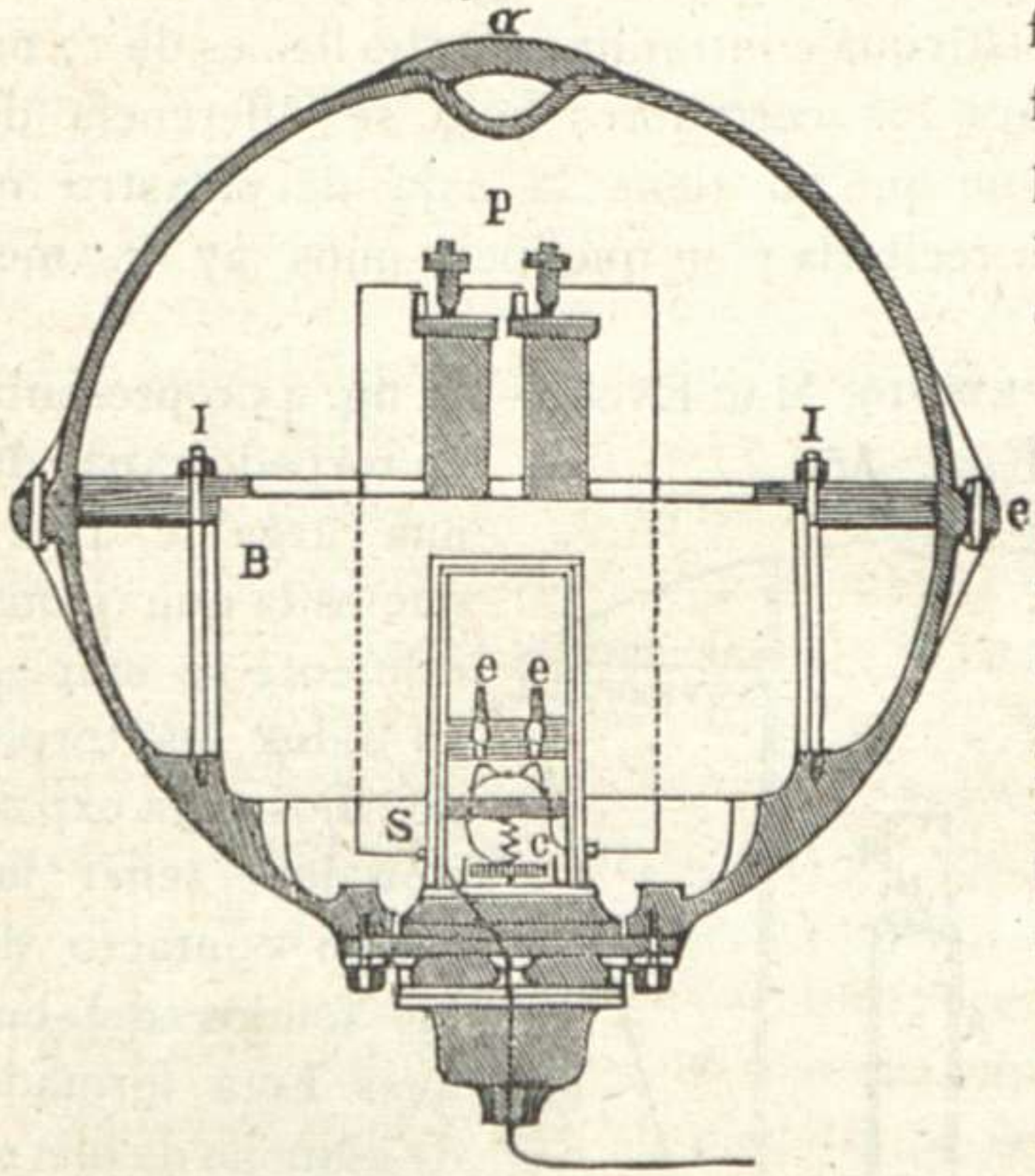
La carga de estos torpedos es de 180 k. de algodón pólvora. Hace pocos años fueron adoptados en Francia pero no sabemos si en la actualidad continúan usándolos.

68. Torpedos electroautomáticos.—En esta clase de torpedos el cerrador puede colocarse en la misma envuelta ó en una boya aparte. Cuando el cerrador vá dentro del mismo torpedo la carga, y por lo tanto las

dimensiones de este, pueden ser mucho menores que si vá en una boya aparte porque la explosión debe tener lugar en contacto del barco.

69. Torpedo Latimer Clark.—Es de fundición maleable y de forma esférica fig. 44, (sin la pila y sin las vonexiones eléctricas.)

Fig. 44



Está dividido en dos mitades que se unen por medio de pernos y tuercas *e*. La carga compuesta de discos de algodón pólvora de forma especial, vá estivada dentro de una caja de palastro B que se cubre con una tapa de corredera y se dá con masilla de minio á las juntas para hacerla estanca.

La caja ya cerrada se coloca en un encaje que para ella tiene la media envuelta inferior y se asegura por medio de una cubierta de madera y de las tuercas I.

Por la parte inferior tiene un agujero por el que se introduce la campana con el cerrador y la carga iniciadora ó con esta sola según los casos (55).

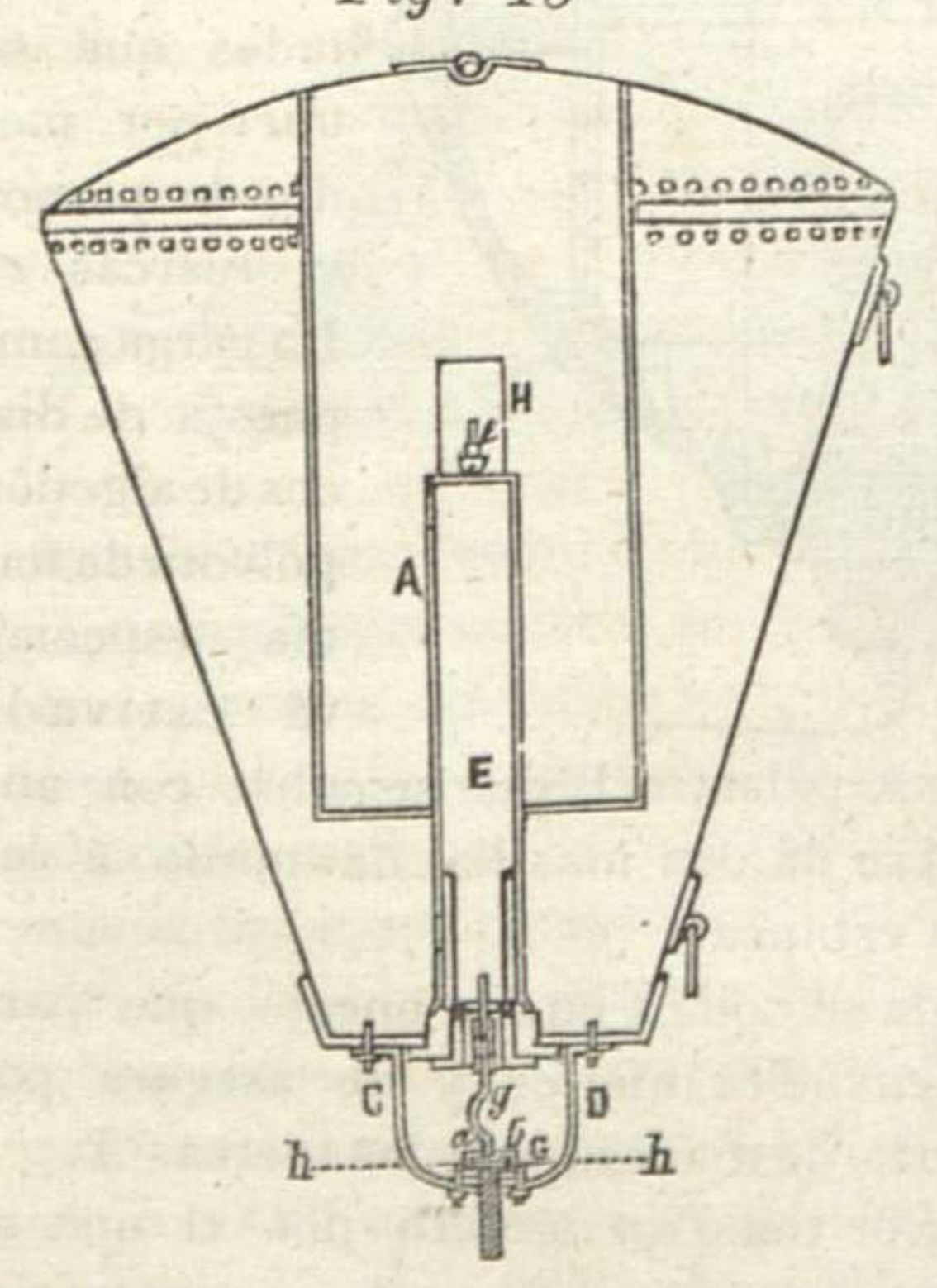
Se construyen dos modelos de estos torpedos que solo se diferencian en las dimensiones; uno para carga de

226 k. y otro para carga de 46 k. El primero pesa unos 408 k. y su fuerza ascensional después de cargado y listo para fondear es de 204 k. y debe resistir una contramina de 500 lbs. á 18 m. de distancia. El segundo pesa 222 k.; su fuerza ascensional es de 91 k. y la distancia á que puede resistir una contramina de 500 lbs. es de 17 m.

La boya para los cerradores solo se diferencia de esta envuelta en que no tiene la caja de palastro ni el encaje para recibirla y en que pesa unos 27 k. menos.

70. Torpedo de Mac Evoy.—La fig. 45 representa un torpedo capaz de una carga de 45 k. que es la que generalmente se emplea en todos los torpedos fijos cuya explosión debe tener lugar en contacto de los fondos del buque. Está formado de plancha de hierro de 4 m|m de espesor; A es la cámara de carga formada de plancha más delgada; E es el cerrador de circuitos que entra por un agujero de la base á la que se atornilla, haciendo estanca la unión por la interposición de arandelas de goma; sobre el cerrador vá la espoleta *e*, cubierta con la campana H que sirve para meter en ella la carga iniciadora. CD es

Fig. 45



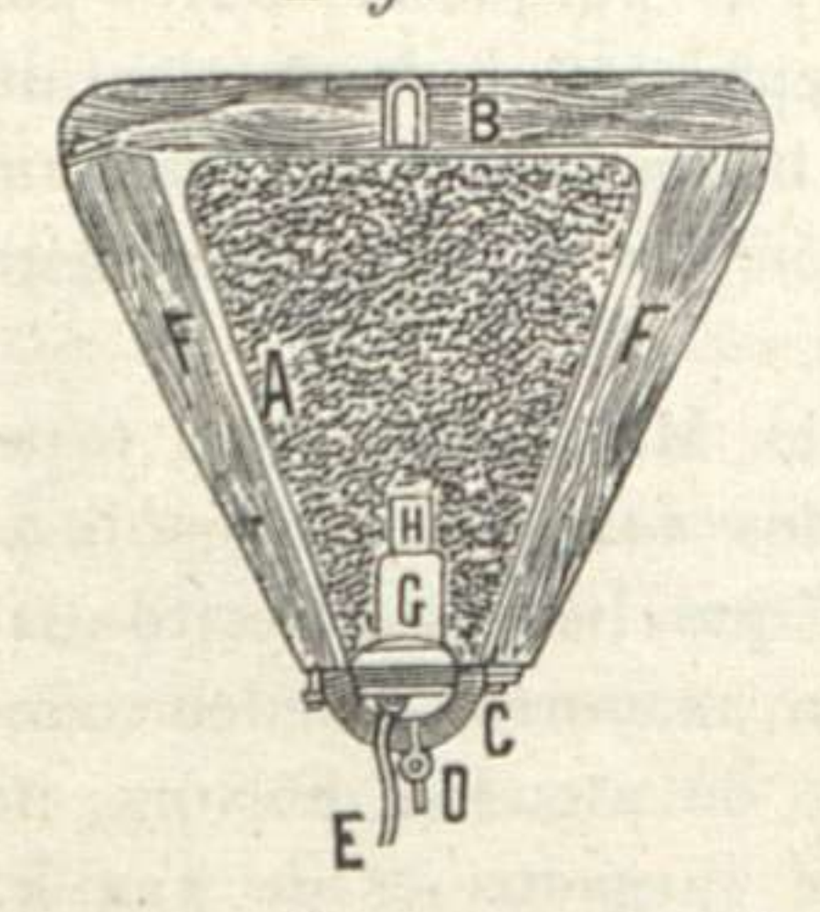
un casquete de hierro fundido para preservar el empalme del cable y para asegurar este.

Para hacer la unión entre el cerrador y el cable se descubre el alma de este en longitud suficiente para que pueda conectarse al cerrador y en vez de piña se asegura la armadura por el sistema de Mac-Evoy (39) al cual son debidas estas envueltas. G es una tuerca de bronce de cabeza exagonal ahuecada interiormente para dar paso al cable con armadura; los alambres de esta se doblan para atrás en *h* y se sujetan contra la pieza de metal *ab* la cual tiene en su centro un agujero para dar paso al alma del cable *g*.

El peso de este torpedo descargado es de 145 k. y su fuerza ascensional después de cargado de unos 100 k.

71. Torpedos de Mathienson.—Otro torpedo de la misma clase que el anterior, ideado por Mathienson y que fué adoptado por el gobierno Inglés es el que representa la fig. 46; es muy semejante á la boya que hemos descrito figura 26, pero de mayores dimensiones.

Fig. 46

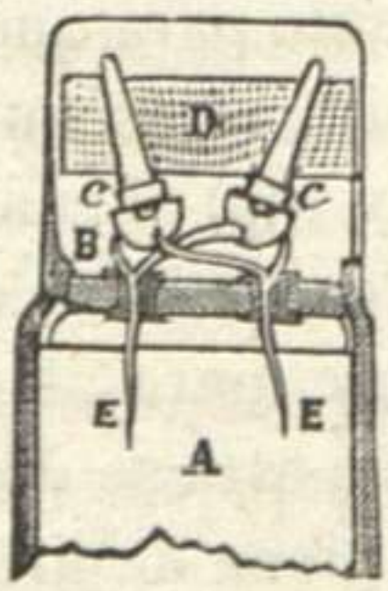


A, es una caja formada de plancha de hierro galvanizado de unos 3 m|m de espesor perfectamente estanca, que sirve para contener la carga explosiva; F es un revestimiento de madera; B una argolla de hierro para el manejo, y D otra para asegurar la amarra de fondeo. E es el conductor; G el cierra circuitos, y H la campana donde vá la espoleta y la carga iniciadora.

La fig. 47 representa una sección de dicha campana;

A es la parte superior de la cubierta del cerrador que es de bronce y sobre ella se atornilla la campana B del mismo metal; *c c* son dos espoletas de hilo de platino unidas, del modo que indica el dibujo, á los conductores aislados E E que atraviesan dos tapones de ebonita para conectarse al cerrador de circuitos y D es un disco de algodón pólvora seco.

Fig. 47



72. Torpedos eléctricos mixtos.—Los torpedos eléctricos mixtos pueden disponerse como flotantes, con boyas ó sin ellas y también como durmientes empleando boyas.

En puertos de fuertes mareas, cuando se emplee este sistema de torpedos, si hay mucho fondo, será preciso disponerlos como boyantes con boyas y en este caso las envueltas tienen que ser mayores que cuando se emplean sin ellas ó como durmientes, además de las razones que ya hemos dicho (3 y 4) porque las boyas por efecto de las corrientes, se separarán de la vertical de los torpedos de modo que los buques podrán chocar con ellas y determinar la explosión sin estar sobre ningún torpedo.

Los torpedos boyantes de Mathienson que tenemos en España para emplearlos como eléctricos mixtos, solo se diferencian del que hemos descrito (64) en que sus dimensiones son mayores. Pueden contener una carga de 226 k. de algodón pólvora; su fuerza ascensional después de cargados es de 122 k.; pesan descargados 166 k. y no pueden fondearse á ménos de 80 metros unos de otros para que la explosión de uno de ellos no averie las envueltas dé los inmediatos.

Las boyas que se emplean con estos torpedos son las que hemos descrito al tratar de los cerradores (54).

73. Torpedo reglamentario en Inglaterra para la defensa de las costas.—Es de forma esférica construido de plancha de acero de 6 m|m de espesor y su carga es de 100 lbs. (46 k.) de algodón pólvora.

Solo tiene una abertura en la parte inferior y la operación de cargarlo es sumamente engorrosa pues es preciso ir estivando préviamente una série de piezas de madera de forma especial para dejar en el centro un hueco cúbico en el que luego se estivan los ladrillos de algodon pólvora.

74. Torpedos electro-mecánicos ó independientes.—Torpedos Mathienson.—Estos torpedos han venido á sustituir á los mecánicos por responder mejor á la condición de seguridad en su manejo. Los modelos más conocidos de esta clase son los de Mathienson y los usados por los Alemanes y por los Rusos.

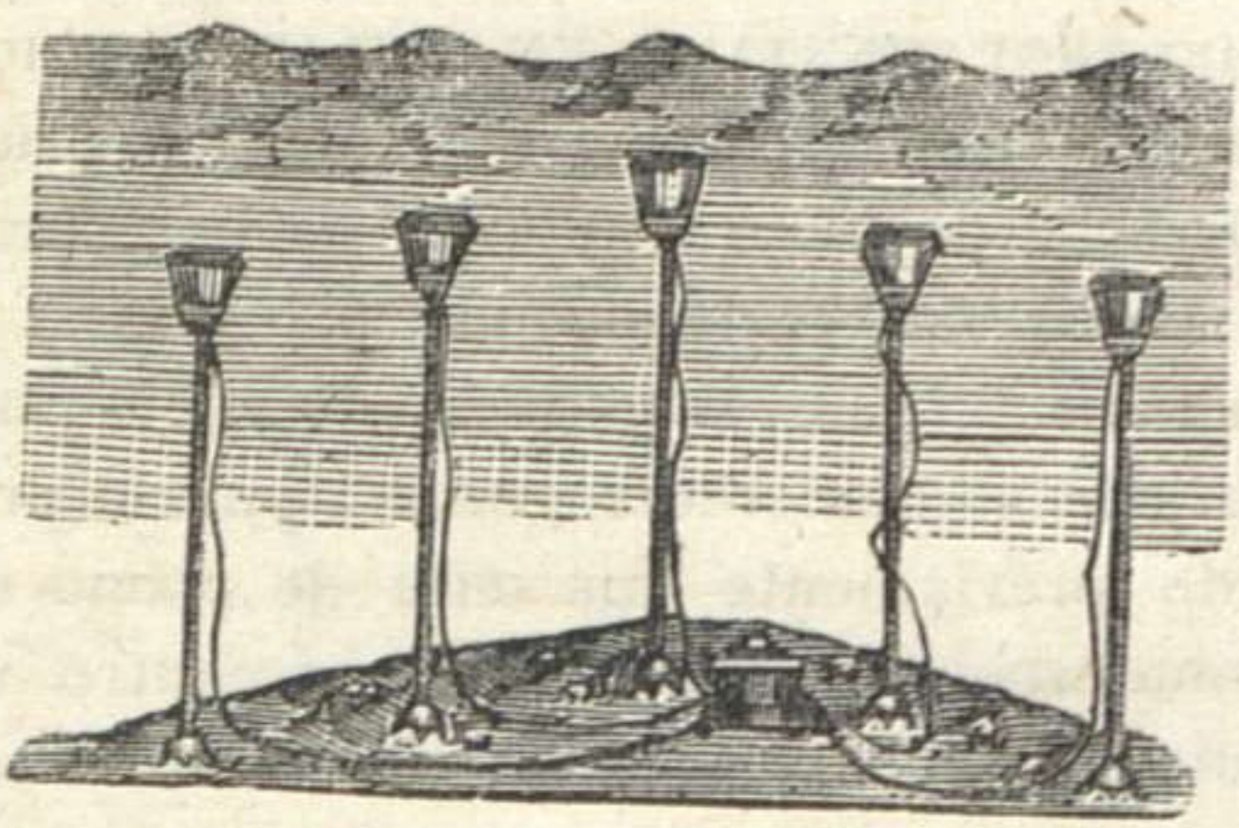
La envuelta de los primeros es la misma de la fig. 46, y cada torpedo se fondea separadamente con su propia pila que á la vez le sirve de ancla como se vé en la fig. 48.

Fig, 48.

La práctica ha demostrado que el fondeo de esta clase de torpedos, dispuestos del modo indicado, es muy peligroso por lo que se adopta generalmente la disposición de la fig. 49, que consiste en fondear cada torpedo con su ancla y despues de fondeados unir sus cables á una pila única provista de disyuntores para evitar la pérdida de electricidad en el caso de que cualquiera de ellos hiciese explosión; la operación de conectar los

cables á la pila y de fondear esta, se hace en un bote y colocándose con él á suficiente distancia del lugar en que estén emplazados los torpedos se evita el peligro, aun cuando alguno de ellos hiciese explosión. Esta disposición es muy ventajosa para bloquear una escuadra que se encuentre dentro de un puerto porque los bloqueadores pueden levar la pila cuando quieran y hacer de este modo inofensivos los torpedos y el enemigo si quiere hacerlo, tiene que pasar por encima de ellos de modo, que una escuadrilla de cañoneros podrá, en cierto modo, tener en jaque á una escuadra.

Fig. 49.



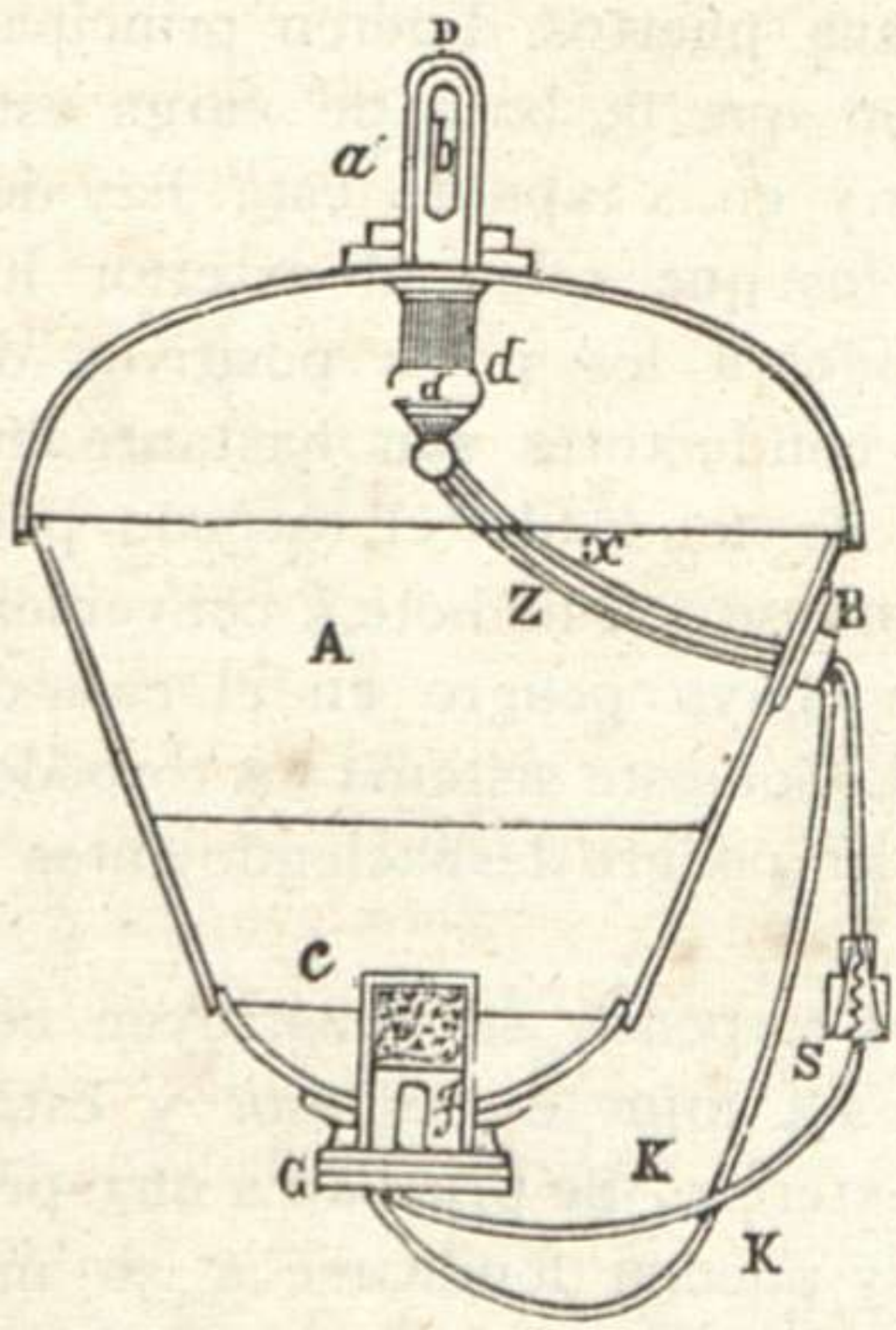
75. Torpedos empleados por los Rusos en su última guerra.—La fig. 50 representa la sección de un torpedo electro-mecánico de los empleados por los rusos en su última guerra.

A es la envuelta de forma troncocónica con la base mayor bombeada. G la tapa de la base menor sobre la cual se asegura la campana de bronce *c* para la carga iniciadora y *B* es la boca de carga.

En la base superior van fijos cinco tubos de plomo iguales al *a* cerrados por su extremo exterior y dentro de ellos hay otros de cristal *b* que contienen una disolución de bicromato de potasio y ácido sulfúrico. Por la parte interior de la envuelta y en la prolongación de

los tubos de plomo hay atornillados otros de latón cerrados por uno de sus extremos *s*, por la pieza de madera *d*, que contienen varias planchas de *zinc* y carbón dispuestas en forma de pila á cuyos polos se unen los alambres aislados *x* y *z* que atraviesan la pieza *d*. Los ramales de la espoleta *f* se empalman con los alambres aislados K K que se unen el primero, con los cinco alambres *z* correspondientes á los polos positivos y el segundo, por el intermedio de una llave, S con los *x* de los polos positivos.

Fig. 50.



El modo de funcionar estos torpedos es el siguiente: en el momento en que por efecto de un choque se rompe alguno de los tubos de cristal, la disolución de bicromato y ácido sulfúrico cae sobre las planchas de zinc y carbón y origina una corriente que al pasar á través de la espoleta produce su detonación.

El circuito está interrumpido en la llave S mientras se prepara el torpedo para fondearlo y debe cerrarse en el momento de dejarlo caer al agua.

Para mayor seguridad en el manejo y en los trasportes, las tubos de plomo *a* se cubren con unas campanas de bronce D, que van atornilladas á unas boquillas

firmes á la envuelta, las cuales deben quitarse al fondear los torpedos.

Los torpedos de esta clase empleados por los alemanes para la defensa de sus puertos, difieren principalmente de los descritos en que la boca de carga está situada en la base menor y en la tapa de esta hay dos pequeños agujeros por los que salen al exterior los conductores aislados unidos á los polos positivos de las pilas; además dichos conductores son bastante largos para que después de fondeado el torpedo puedan empalmarse colocándose con un bote á conveniente distancia para que no haya peligro en el caso de una explosión accidental. Con este sistema los torpedos pueden también levarse sin peligro deshaciendo antes el empalme.

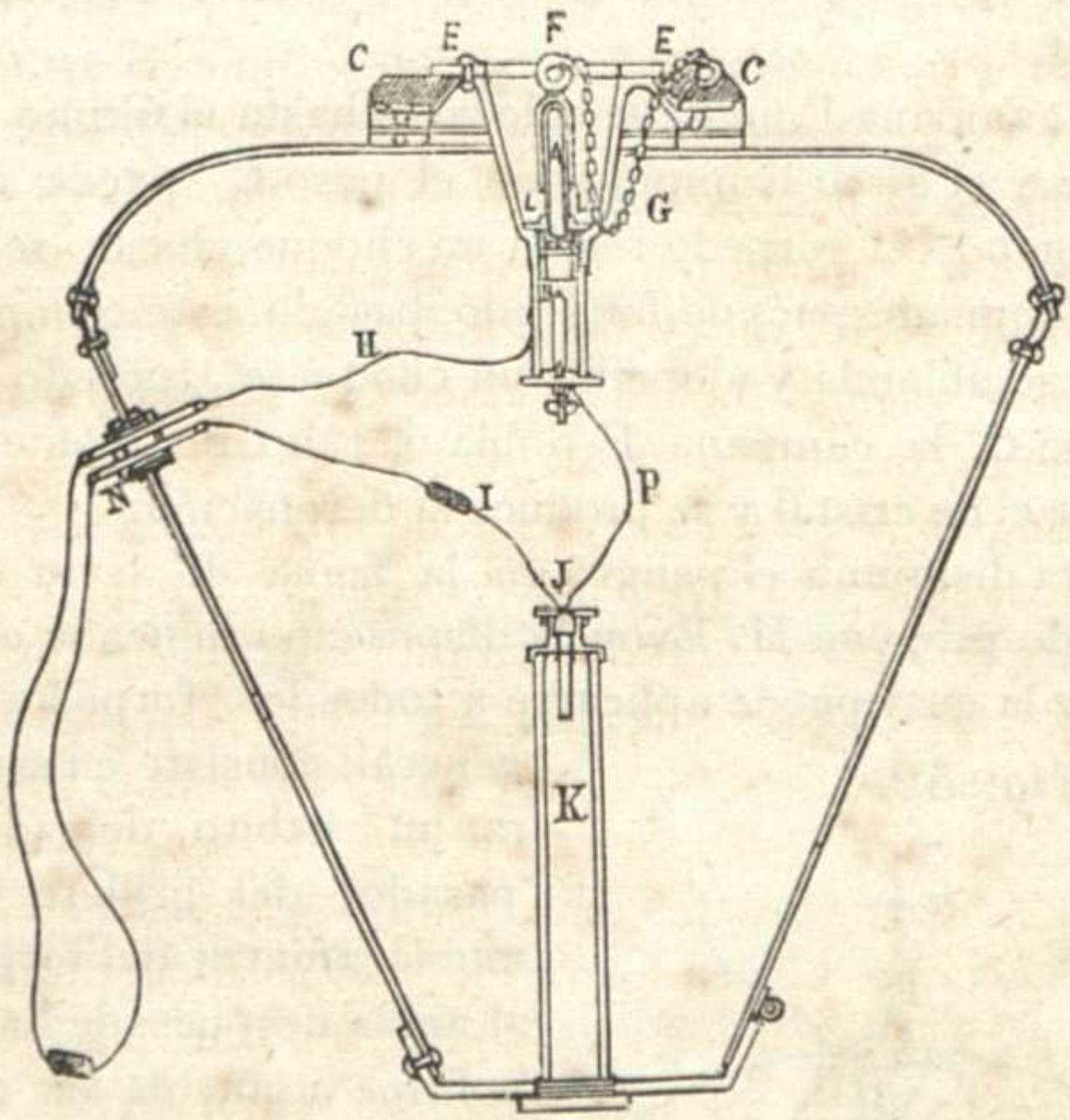
Las envueltas de estos torpedos se construyen con plancha de hierro de 3 á 4 m|m de espesor y están estañadas por la parte exterior. Se prueban á una presión de 1 $^1/_2$ atmósferas y pueden fondearse á 30 metros de distancia unos de otros sin temor de que la explosión de uno de ellos averíe las envueltas de los inmediatos.

La espoleta, lo mismo que la de los empleados por los rusos, es de hilo de platino y los torpedos se cargan con 45 k. de algodón pólvora.

76. Modificación de Mac-Evoy.—El Capitan Mac-Evoy propone la siguiente modificación en el sistema de inflamación del torpedo anteriormente descrito. Sustituye las cinco pilas y los cinco tubos de plomo que contienen los de cristal, en cada torpedo, por una sola pila y un solo tubo y varía el sistema de concusión, para determinar la rotura de los tubos de cristal, por el de conmoción. La fig. 51 representa la modificación indica-

cada: A es el tubo de cristal que contiene la disolución

Fig. 51



de bicromato de potasio yácido sulfúrico; L tubo de plomo; B es la pila; F campana de metal, que cubre el tubo de plomo, unida por la cadena G á una pesada pieza de hierro C que está dispuesta para que pueda caer cuando el torpedo reciba un choque. D es una pieza de hierro que sirve de tapa y á la cual vá atornillada la pila y la pieza de metal que sostiene el tubo de cristal; E disco de pasta de papel comprimido (papier maché) para impedir que caiga la pieza C en la faena del fondeo. K es el tubo que contiene la carga iniciadora y J la espoleta.

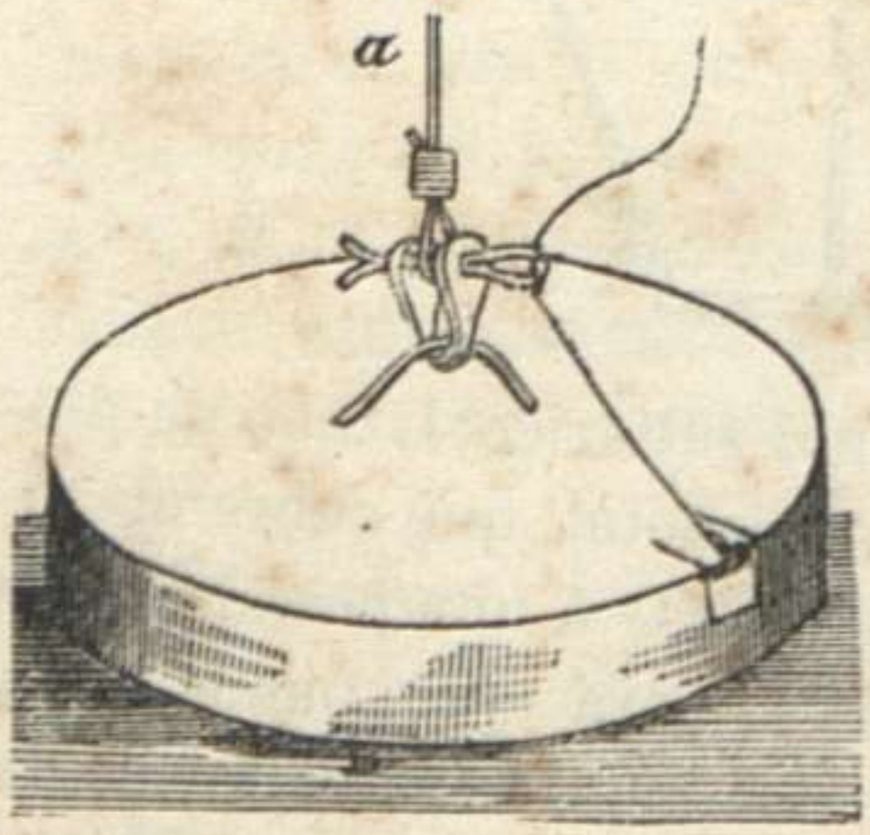
El polo positivo de la pila está unido á uno de los ramales de la espoleta por el alambre P y los alambres

H é I unidos respectivamente al otro polo de la batería y al segundo ramal de la espoleta, salen al exterior del torpedo por la prensa N y llevan la llave de seguridad M.

La campana F no debe colocarse hasta el último momento y el disco E impide que el peso C pueda caer, aún cuando el torpedo reciba un choque, hasta seis ú ocho horas después de fondeado; pasado este tiempo la pasta se ablanda y al recibir un choque el torpedo cae el peso *C*, la campana F dobla el tubo de plomo, se rompe el de cristal y se produce la detonación.

Para disminuir el peligro en la faena de levar este torpedo propone M. Evoy la disposición indicada en la fig. 52 la cual puede aplicarse á todos los torpedos en general; consiste en asegurar un cabito delgado al pasador del grillete que une la amarra del torpedo al ancla después de hacerlo firme á uno de los contretes de esta; el chicote libre del cabo se une á una boya la cual se dispone de modo que sea fácil de encontrar, conociendo el sitio donde esté, y para levar el torpedo no hay más que zafar el pasador tirando del cabo.

Fig. 52.



77. Torpedo de L. Clark.—La envuelta es la que hemos descrito (69) y la disposición adoptada para emplearlo como electroautomático es la que indica la figura 44. El polo positivo de una pila, compuesta de dos elementos en série, se pone en comunicación con uno

de los ramales de la espoleta, y el otro con el disco del cerrador, y el negativo con el mar. El circuito está interrumpido entre el disco y las lengüetas del cerrador y como estas comunican con el mar, por el intermedio de la envuelta, cuando el disco se ponga en contacto con ellas, por efecto de un choque se producirá la detonación del torpedo.

El cable unido al polo negativo tiene 30 ms. de largo y no se le dá tierra hasta que el torpedo está fondeado.

ANCLAS PARA LOS TORPEDOS.

78. Para fondear los torpedos se emplean anclas de forma especial que también se llaman *sumergidores*.

En los torpedos durmientes la forma del ancla depende de la que ellos tengan; las que se emplean con los torpedos cilíndricos, consisten en un bloque de hierro cuadrangular con un rebajo en la parte superior de forma conveniente para que asiente el torpedo, el cual se sujeta por medio de cadenas, fig. 53.

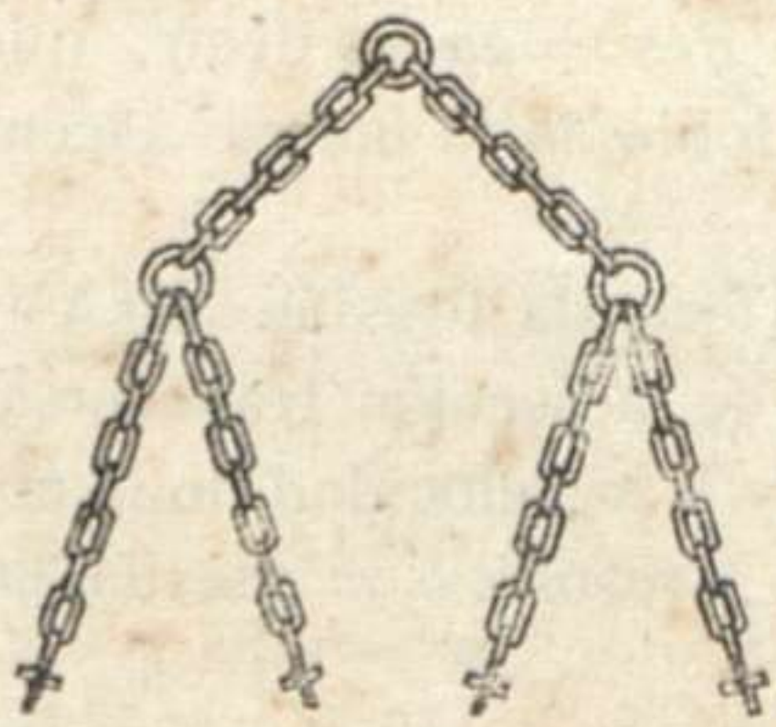
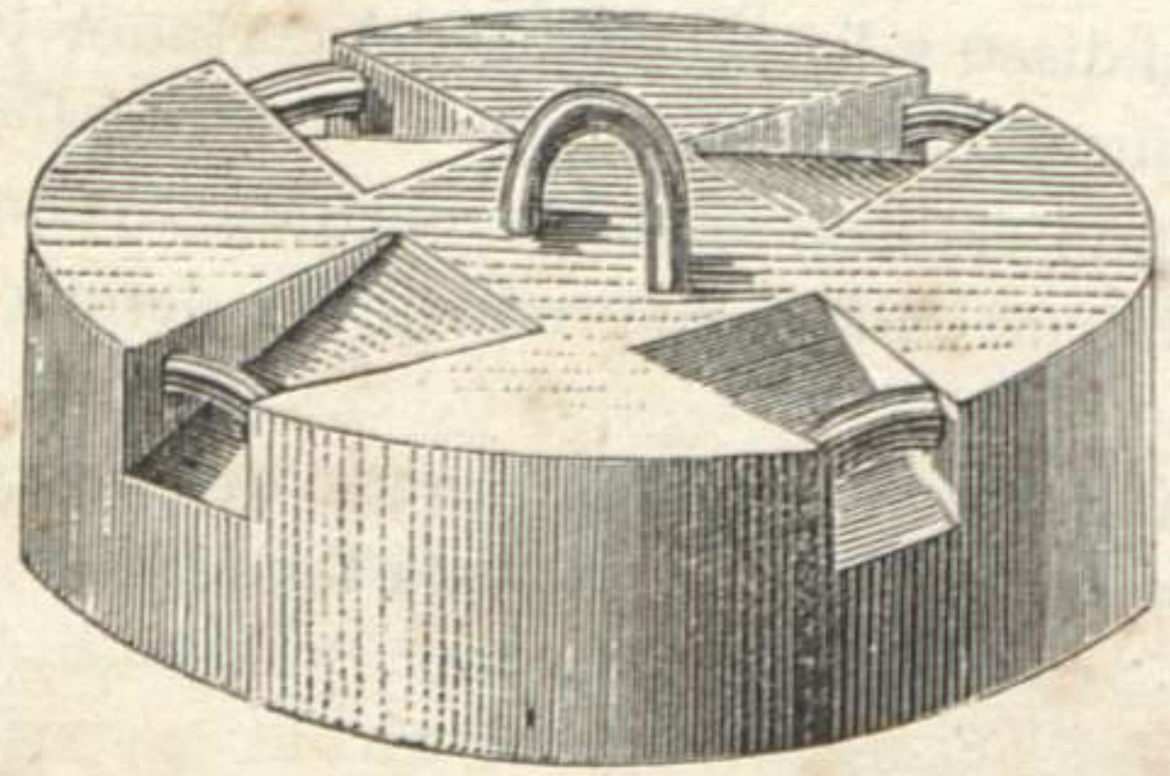


Fig. 53

Para los torpedos boyantes se emplean diferentes clases de anclas, pero las más generalizadas son las representadas en la fig. 45.

Como anclas improvisadas pueden emplearse grandes bloques de piedra ó anclotes ordinarios.

Fig. 54



El peso de los sumergidores ó anclas tiene gran importancia en el fondeo de los torpedos, pues de él depende el que no varien de posición. Para fijar dicho peso debe tenerse en cuenta la fuerza ascencional del torpedo, la velocidad de la corriente y la naturaleza del fondo, pues cuando este es de piedra, el peso debe ser mayor que si fuese de arena ó fango.

Para determinarlo puede emplearse la siguiente fórmula:

$$\text{Peso} = 2\sqrt{a^2 + b^2}$$

en la que a representa la fuerza ascensional del torpedo y b la presión que una corriente dada ejerce sobre él.

En sitios en que no haya mareas ni corrientes, b es igual á cero y por consiguiente Peso$=2a$, es decir, que el peso del ancla debe ser el doble de la fuerza ascensional del torpedo.

El valor de b se obtiene por la fórmula Presión$=65AV^2$ en la que A representa el área de la sección transversal máxima en metros cuadrados y V la velocidad de la corriente en metros por segundo y resulta b = presión en kilógramos.

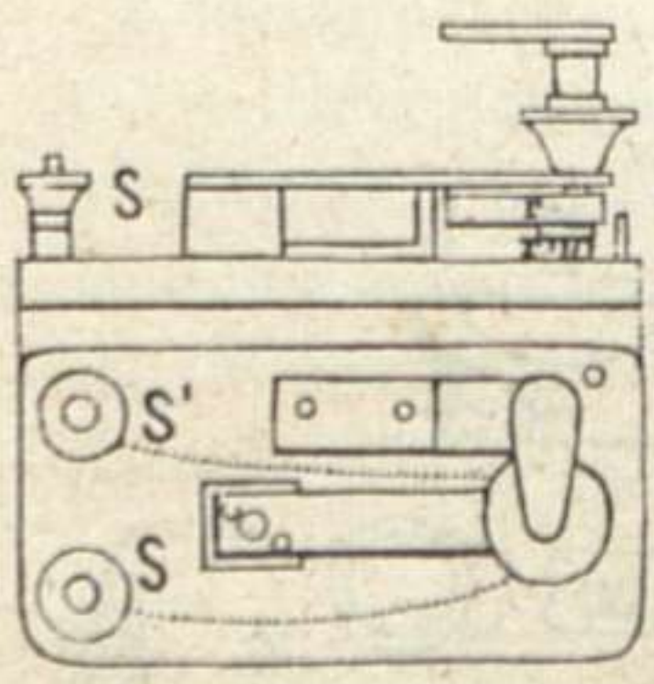
Cuando la envuelta es cilíndrica ó cónica el resultado se multiplica por 0'5.

NOVENA CONFERENCIA.

APARATOS DE ESTACIÓN.

79. Llaves.—En el servicio de torpedos se emplean ciertas llaves que sirven para tener interrumpido el circúito de una batería y cerrarlo en el momento que se desee. Cuando el circuito en que se introducen es el de la batería de fuego se les dá nombre de *llaves de fuego.*

Fig. 55



Las hay de diferentes clases pero la que generalmente se emplea es la que representa la fig. 55. Sobre una plancha de ebonita hay montada una lámina de latón asegurada por uno de sus extremos á un soporte metálico. En la parte superior del otro extremo tiene un mango ó botón de madera, ebonita ó cualquier otra sustancia aisladora y en la inferior un contacto de platino *r*

que comunica con la prensa S. Debajo del contacto *r* hay otro *r'* unido á la prensa S'; á estas prensas se conectan los alambres del circuito que se quiere tener interrumpido y para cerrarlo no hay más que apoyar la mano sobre el mango para establecer el contacto entre los puntos *r* y *r'*.

Como seguridad, para impedir que por descuido se cierre el circuito, se interpone entre ambos puntos de contacto un cuadrante de ebonita que puede girar sobre un eje vertical.

80. Aparato de señales y fuego.—Estos aparatos tienen por objeto, como hemos dicho (61), avisar el momento en que un buque choca con un torpedo, é introducir automáticamente en circuito la batería de fuego si así se desea.

La fig. 56 representa uno de estos indicadores ideado

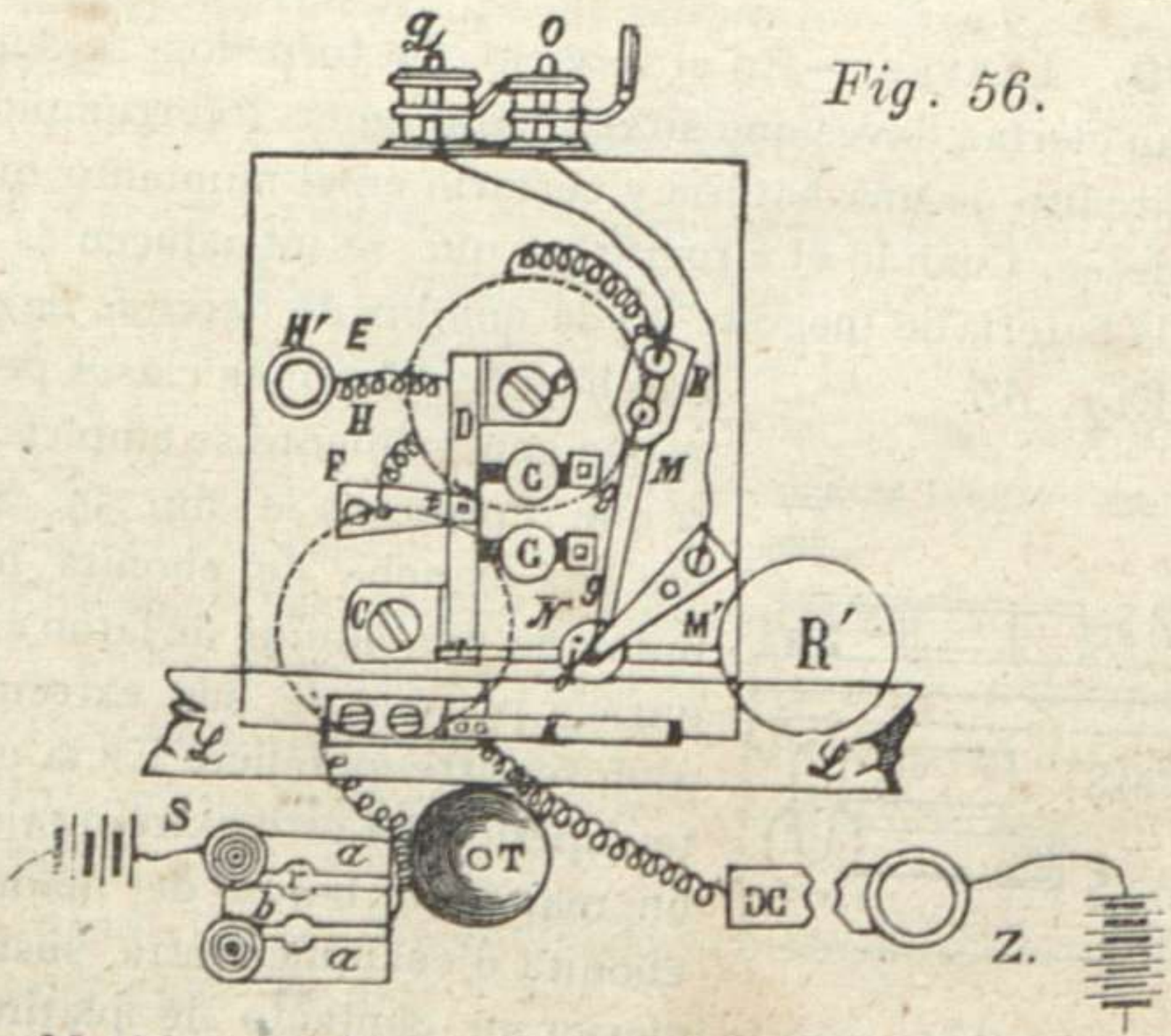


Fig. 56.

por Mathienson: E es una planchuela de ebonita á la

cual se fijan las diferentes partes que constituyen el aparato; *cc* son los núcleos de un electro-imán; D una armadura de hierro dulce que puede girar sobre el eje *t* sostenido por la pieza F; *gg* son dos tornillos con los que se gradúa la distancia entre la armadura y los núcleos *cc*; H es un resorte antagonista cuya tensión se regula por el tornillo H′; M es una pieza de metal á cuya parte alta se fijan, por medio de tornillos, el extremo superior del alambre de los electro-imanes y un alambre unido á la prensa Q situada en la parte superior de una caja de madera donde vá contenido el aparato. El extremo inferior de la pieza M está en contacto con un resalte que tiene la varilla N, la cual puede girar sobre un eje *j* en su plano vertical; K es un muelle de ángulo (*) que consiste en dos planchuelas de latón unidas por uno de sus extremos á manera de pinzas y con sus caras interiores platinadas para que no se oxiden. La varilla N termina en un disco metálico pesado R′ que al caer choca con un timbre T; O es una prensa á la que se conecta el cable que vá al torpedo y Q otra igual donde se fija un alambre que establece la comunicación entre ella y una de las miras del sector de observación cuando se emplean combinados ambos aparatos.

Generalmente estos indicadores se disponen en grupos de siete dentro de una caja, fig. 57, cuyo frente es de cristales y puede abrirse para regularlos, colocar los péndulos en posición, etc. Los muelles de ángulo de todos los aparatos comunican entre sí por medio de un alambre que corre por detrás de un listón de ebonita L.

(*) Empleamos este nombre, aunque impropio, por no encontrar otro más apropósito y para evitar el tener que dar su explicación siempre que se hable de él.

Delante de cada indicador hay un conmutador formado por tres planchas metálicas separadas unas de otras

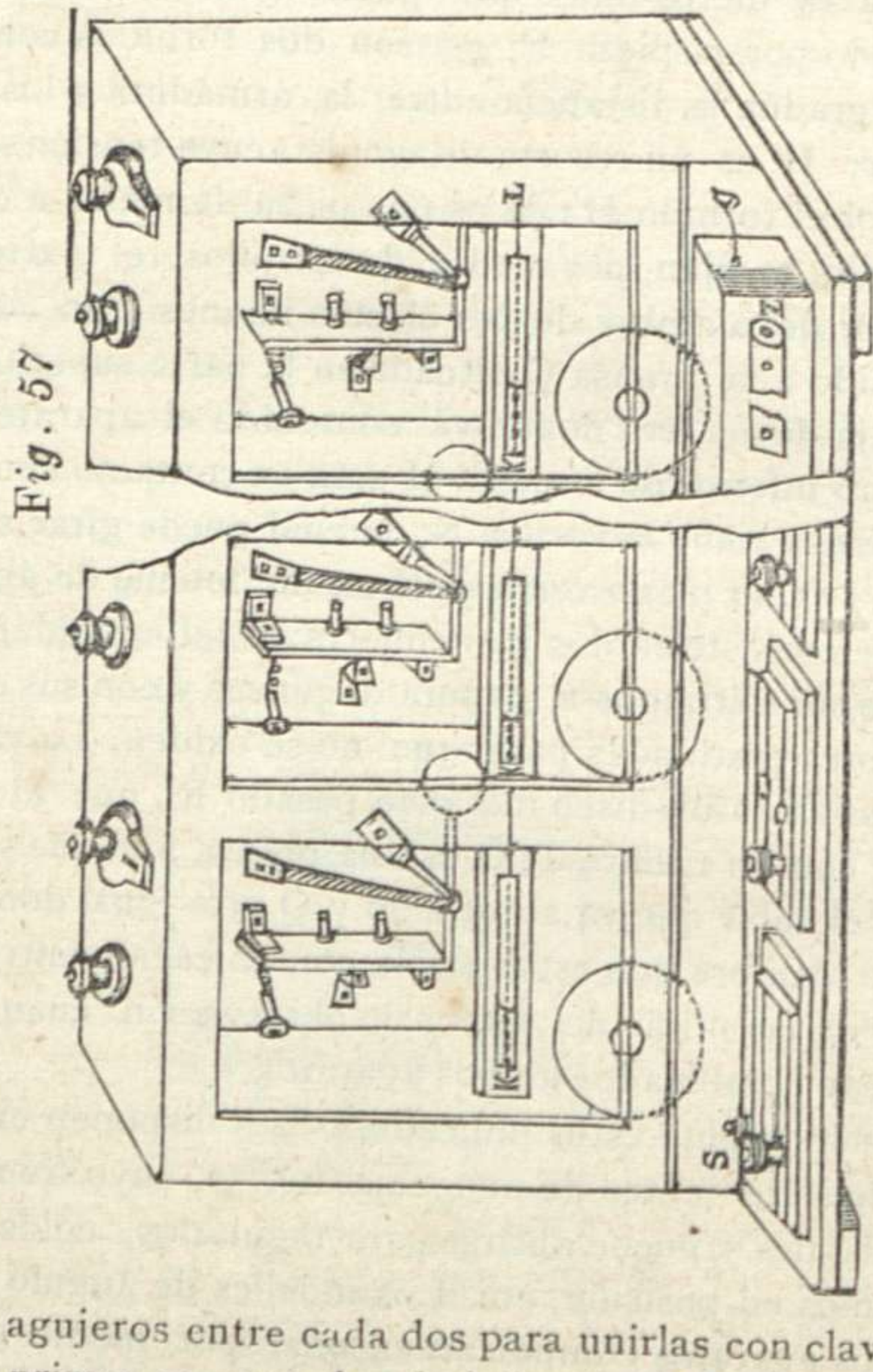


Fig. 57

y con agujeros entre cada dos para unirlas con clavijas. En el primer conmutador de la izquierda hay una prensa S á la que se conecta el polo positivo de la batería de señales. A la derecha de los siete conmutadores y sobre la misma tabla á que van fijos, hay otro, formado por dos planchuelas separadas, que pueden unirse por me-

dio de una clavija; una de ellas tiene una prensa *z* á la que se fija el polo positivo de la batería de fuego y la otra comunica con el alambre que corre por detrás del listón L, el cual como se ha dicho comunica á su vez con todos los muelles K; este conmutador se cubre con una caja de madera *g*, figura 57, para evitar que por descuido se establezca la comunicación entre ambas planchuelas.

Las planchas *a* de los siete conmutadores comunican entre sí por medio de un alambre que pasa por debajo de ellas y cada una de las intermedias *b*, con el extremo inferior del alambre del electro-imán del índice ó aparato de señales correspondiente.

81. Modo de funcionar el aparato.—Fondeados los siete torpedos y conectados sus cables á las prensas OO.... se llevan los péndulos R′ á su posición horizontal en la que se mantienen sostenidos por un resalte que tiene la armadura en su extremo inferior. El polo positivo de la batería de señales se pone en la prensa S, figura 56, y el negativo se lleva al mar; el positivo de la batería de fuego se lleva á la prensa *z* y el negativo al mar.

Los primeros aparatos de esta clase ideados por Mathienson estaban dispuestos para funcionar, ya se empleasen en los torpedos los cerradores ó los interruptores de circuito; pero desechado en la práctica el empleo de estos últimos, en la actualidad solo se construyen los que hemos descrito para usarlos únicamente con los cerradores.

Su modo de funcionar estando todo dispuesto como acabamos de indicar es el siguiente: se colocan las clavijas en los agujeros *r*, figura 56, de los conmutadores y la corriente de la batería de señales pasará á las

planchuelas del centro de los mismos y de ellas se dirigirá á los electro-imanes y á los torpedos, siguiendo en cada uno de ellos el circuito siguiente: polo +..... planchuela central del conmutador..... extremo inferior del alambre del electro-imán..... idem superior..... pieza M..... eje del péndulo..... pieza M'..... prensa O..... cable..... torpedo..... boya donde queda interrumpido por el cerrador; si este recibe un choque y se establece el contacto, entonces se cierra el circuito por el mar; el electro imán se hace activo, la armadura es atraida y el péndulo cae; al caer choca contra el timbre y su varilla N se introduce en el muelle K y si la clavija que establece la comunicación entre las piezas *z* y *x* estaba puesta, la corriente de la batería de fuego seguirá el circuito siguiente: polo +..... prensa *z*..... alambre que corre por detrás del listón L.... muelle K..... varilla del péndulo.... pieza M'.... prensa O.... cable.... torpedo.... boya y cerrándose por el mar producirá la explosión del torpedo.

El péndulo está dispuesto de modo que al caer interrumpa el circuito de la batería de señales lo cual es de interés, porque de lo contrario, como su *f. e. m.* es mucho menor que la de la de fuego, parte de la corriente producida por esta última pasaria á través de la primera y la que circulase por la espoleta sería menor por consiguiente y podría llegar á ser insuficiente para inflamarla.

Los primeros aparatos que como hemos dicho podian emplearse tanto con los cerradores como con los interruptores de circuito, no tenian más diferencia con los que hemos descrito que la de tener dos resaltes en la armadura en vez de uno, un poco separados uno del otro. De este modo cuando se usaban los interruptores, al po-

ner las clavijas en los agujeros *r* de los conmutadores, las armaduras D eran atraidas, los péndulos iniciaban su caida escapolando del primer resalte y quedando sujetos por el segundo y al interrumpirse el circuito en el interruptor por el choque de un buque contra la boya ó el torpedo, la armadura dejaba de estar atraida y al separarse de los núcleos de los electro-imanes permitia caer al péndulo.

Con los cerradores, al choque del buque contra la boya se cerraba el circuito y el péndulo iniciaba su caida; al interrumpirse el circuito en el cerrador, la armadura dejaba de estar atraida y al volver á su primera posición determinaba la caida del péndulo.

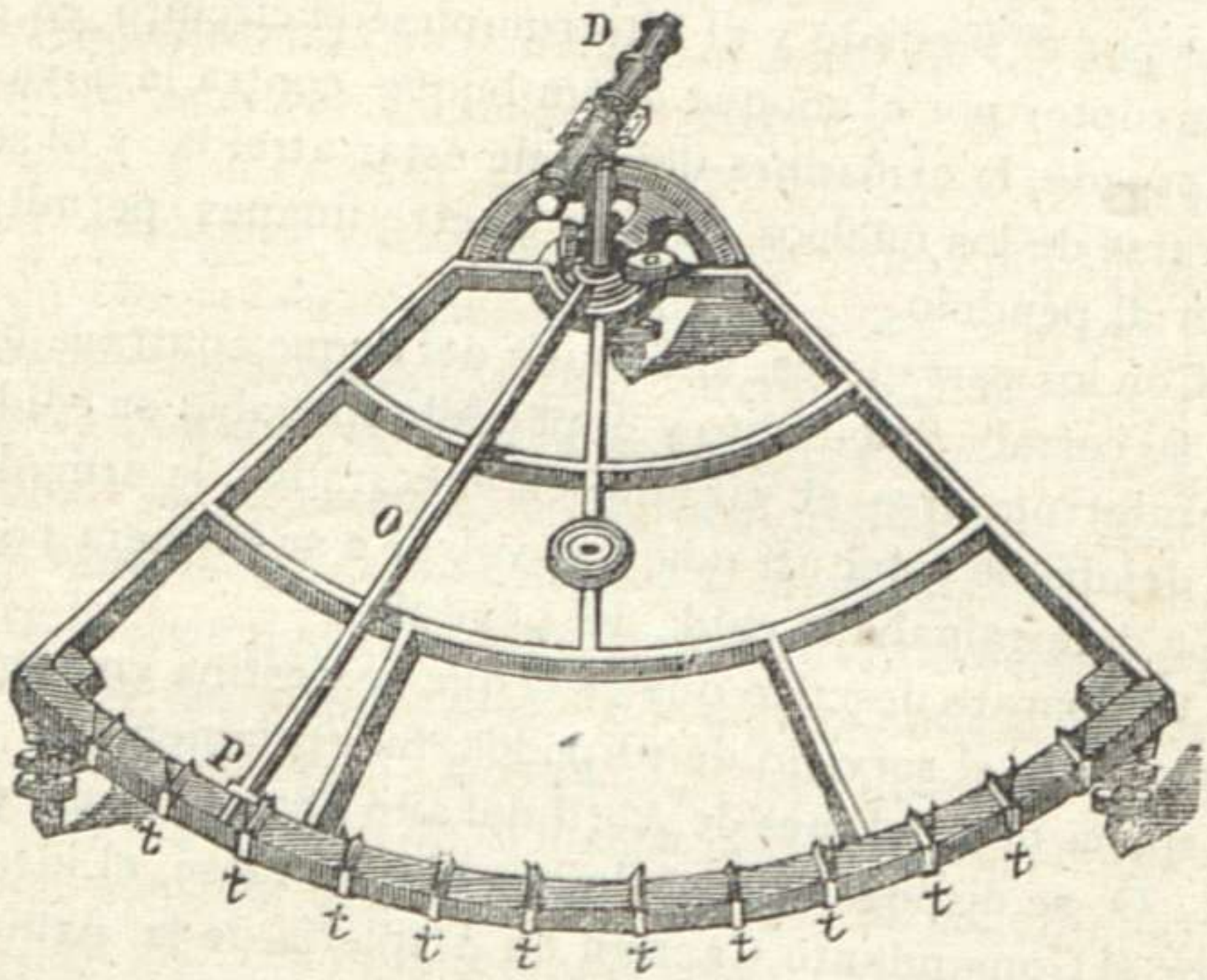
El aparato descrito que es el que se destina en Inglaterra para el servicio de torpedos, fué reglamentario en España hasta el mes de Abril del año 1879 en que por R. O. se dispuso que en lo sucesivo lo fuese, el ideado por el Comandante Capitan de Artillería de la Armada D. Ramon Albarrán, cuya explicación creemos innecesario consignar en estas conferencias, pues su descripción detallada se encuentra en el cuaderno escrito por su inventor titulado «Aparato de estación para el servicio de los torpedos eléctricos» libro que debe haber en todas las estaciones de torpedos según lo dispuesto.

82. Sector de observación.—Las figuras 58 y 58*a* representan los sectores de observación; el primero es el que se emplea en la estación principal y el segundo en la de convergencia (60).

Por cada fila de torpedos fondeados hay un sector en cada estación. El de la estación principal fig. 58, consiste en un armazón de hierro fundido con tres piés, provisto de tornillos de nivelación. En el centro del arco del sector hay montado sobre una horquilla un anteojo

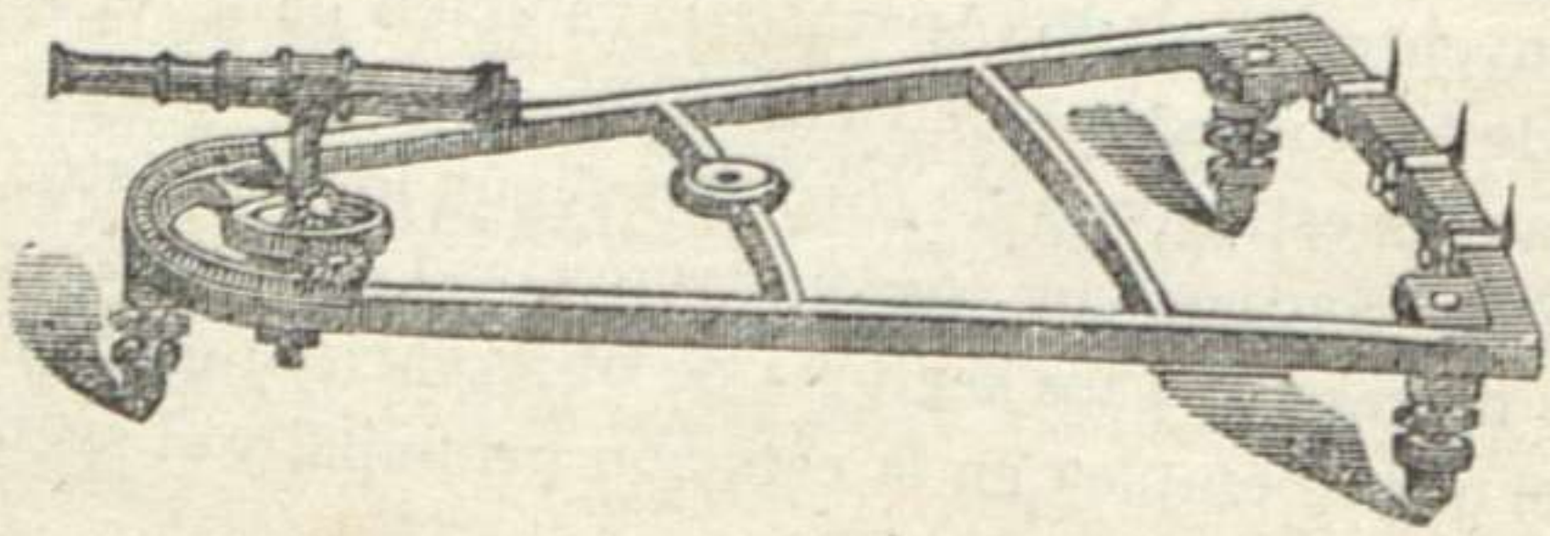
D, dispuesto de modo que pueda subirse y bajarse y gi-

Fig. 58.



rar en un plano vertical; O es un tubo hueco de metal

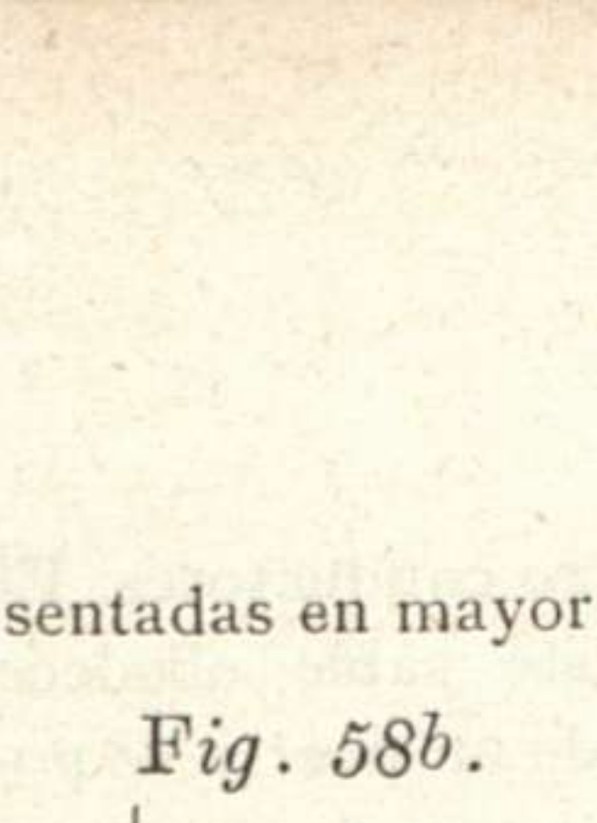
Fig. 58a.



sólidamente unido al soporte donde vá montado el anteojo y que acompaña á este en sus movimientos sobre el plano horizontal. Unida al tubo, pero aislada de él, hay una pieza de bronce P dispuesta para hacer contactos; *tt*.. son unas miras que se fijan al arco del sector en las enfilaciones de los torpedos, las cuales están repre-

sentadas en mayor escala en la fig. 58*b*. Cada una de ellas vá provista de una pieza de bronce *m* en forma de V invertada ó prisma triangular y de un tornillo *n* que la sujeta y está en comunicación metálica con ella, pero aislados ambos de las demás partes metálicas por medio de una planchuela de ebonita. Uno de los extremos de un alambre aislado está unido al tornillo *n* y el otro pasa por un agujero de la base de la mira y sobresale por debajo de ella. Otro alambre aislado pasa por el interior del tubo O y los extremos de este se conectan el uno á un tornillo de la pieza P y el otro á uno de los contactos de una llave.

Fig. 58b.



La mira, se afirma al arco del sector por un tornillo de cabeza redonda *s*. Un alambre vertical *t*, vá fijo por dos tornillos y sirve para las enfilaciones y en el centro de la placa á que este se fija hay un disco en el que se marca el número del torpedo.

Para conocer cuando está horizontal el armazón hay dispuesto un nivel de aire.

La fig. 58*a*, representa el sector que se emplea en la estación de convergencia que se diferencia del anterior, en que el arco es menor, y carece del tubo O.

83. Combinación del aparato de señales y fuego con los sectores de observación.—En la estación principal se coloca un sector, fig. 58, con varias miras y estas se conectan á las prensas Q del aparato de señales y fuego, figura 56, y en la estación de enfilación el otro sector, figura 58*a*, con una plancha al mar; ambos sectores se ponen en comunicación por medio de

uno dé los alambres del cable de cuatro conductores. El objeto de tener cuatro conductores este cable obedece á que generalmente para la defensa de un puerto se ponen tres filas de torpedos de modo que tres de los cuatro conductores se emplean para poner en comunicación los sectores de otras tantas filas y el cuarto para establecer las comunicaciones telegráficas (31).

El conductor que une los dos sectores tiene dos soluciones de continuidad inmediatas á aquellos, las cuales pueden hacerse desaparecer en un momento dado por los observadores cerrando unas llaves dispuestas al efecto. La fig. 59 indica la disposición general del sistema. La corriente de la batería de señales está circulando constantemente; pero á causa de la gran resistencia del circuito, no tiene fuerza para hacer activos los electroimanes y por consiguiente la armadura estará retenida por el resorte antagonista y el péndulo horizontal.

Si en esta disposición se dirige un buque enemigo á la línea de torpedos, al chocar con una boya se producirá la explosión del torpedo automáticamente como se ha dicho; si pasase sin tocar á ninguno pero por dentro del rádio de acción de alguno de ellos, entonces el observador de la estación convergente, al entrar la proa del buque en su enfilación, baja la llave y la mantiene así hasta que rebase la popa; el de la estación principal dirige el anteojo al buque y va siguiendo con él sus movimientos deteniéndolo sobre cada mira mientras el buque se mantenga entre los hilos de la retícula que deben estar convenientemente colocados para, que dada la distancia, indiquen el rádio de acción y tiene baja su llave durante este tiempo; al salir el buque de los hilos de la retícula se corre el anteojo á la otra mira y así sucesivamente. En el momento en que las dos llaves estén

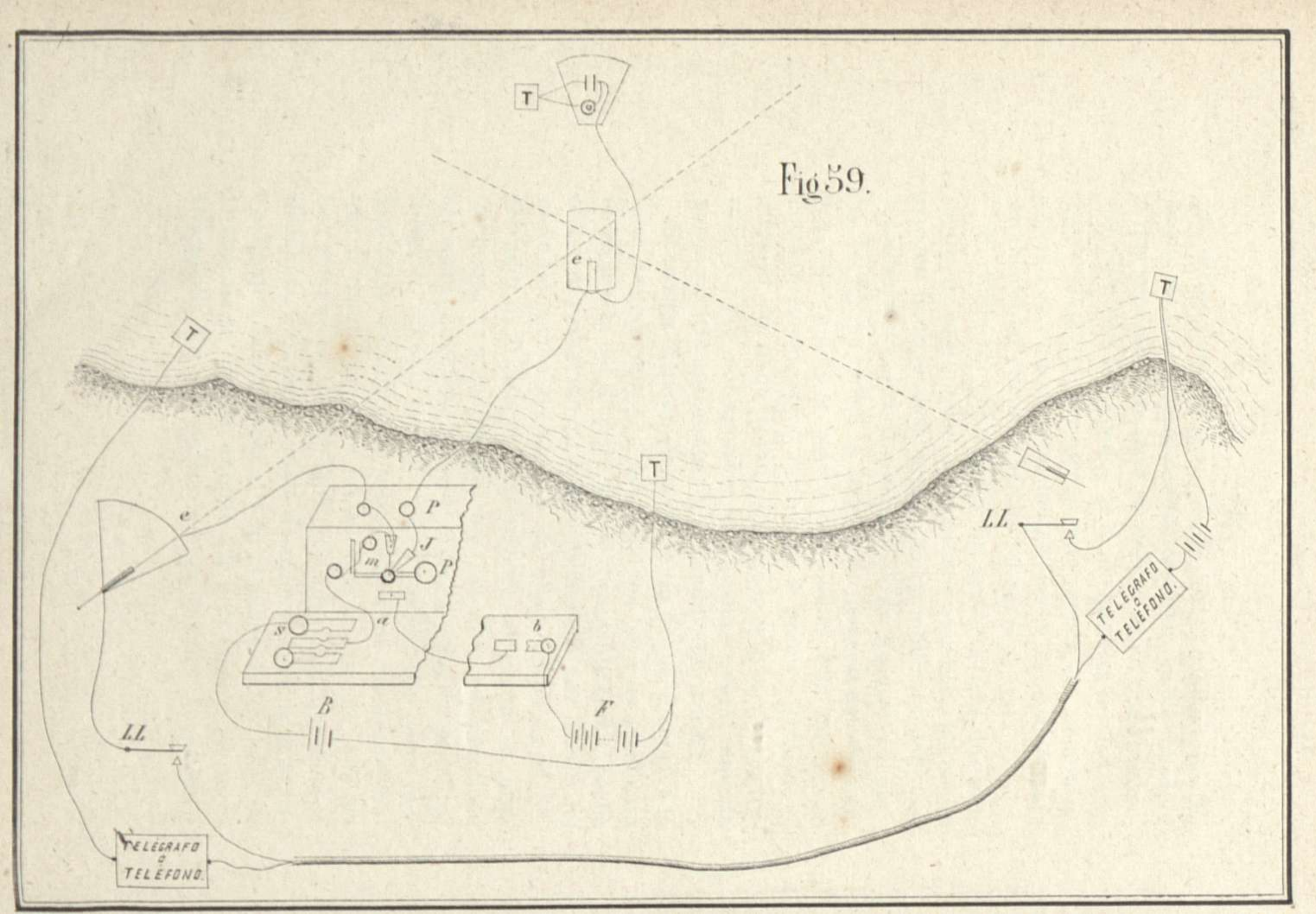


Fig 59.
T
T
T
T
e
e
P
P
J
m
s
a
b
B
F
L.L.
L.L.
TELEGRAFO
o
TELEFONO.
TELEGRAFO
o
TELEFONO.

bajas el péndulo caerá y se verificará la explosión del torpedo.

El efecto que se produce al tener bajas las llaves en las dos estaciones, es el de dar *tierra* á la batería de señales, es decir, el mismo que ocasionaría un buque por el choque; el péndulo caerá por lo tanto y entrará en circuito la batería de fuego. El circuito que se le presenta á la batería de señales al cerrar las dos llaves en las estaciones es el siguiente: polo +..... prensa S..... electro-imanes..... prensa Q de la parte superior del aparato..... mira *e* del sector..... llaves LL..... mar.... polo ~~negativo~~ positivo

La batería de fuego debe ser suficientemente poderosa para dar fuego á la espoleta á través de la resistencia adicional colocada según hemos dicho en el cerrador.

DÉCIMA CONFERENCIA.

RECONOCIMIENTO DEL MATERIAL Y PREPARACIÓN DE LOS TORPEDOS PARA SU FONDEO.

84. Reunido todo el material en un almacén, antes de proceder á hacer los empalmes y á cargar los torpedos debe practicarse un escrupuloso reconocimiento para ver si todo se encuentra en buen estado.

Al ocuparnos de las distintas operaciones que deben efectuarse, nos referiremos especialmente al material Mathienson por ser el único que hasta hace poco tiempo hemos tenido en España, pero conocido el manejo de este, es fácil introducir las variaciones que exija cada sistema.

Envueltas.—Deben reconocerse primero á la vista y golpeándolos ligeramente con un martillo, y si el resultado de este primer reconocimiento fuese satisfacto-

rio, se procede á hacer la prueba de estanco; para ello puede emplearse cualquiera de los métodos que hemos indicado (5); pero si no hubiese bombas al efecto puede hacerse la prueba del modo siguiente: en la tapa T del torpedo, figura 40, se pone el porta espoletas figura 41, y se asegura por medio de la tuerca correspondiente; después se pone la campana C de la carga iniciadora y se fija por medio de sus tuercas y por último se pone la tapa así dispuesta en el torpedo teniendo cuidado de interponer arandelas de goma entre todas las uniones para impedir la entrada del agua.

Para evitar que las arandelas de goma se peguen á las superficies entre las cuales se interponen, se ponen sobre sus dos caras otras arandelas iguales de papel. Una vez cerrado el torpedo se echa al agua y se sumerje á una profundidad igual á la que debe quedar al fondearlo, uniéndolo á un sumergidor por medio de una cadena. Se tiene cuatro ó cinco horas debajo del agua y enseguida se leva y se observa si ha entrado alguna y si no ha entrado ninguna el torpedo está útil. Si hubiese entrado alguna agua, antes de desecharlo debe repetirse la prueba reconociendo primero las arandelas de goma y cambiando alguna si se creyese que podia ser esa la causa y apretando bien todas las tuercas. Si el material es nuevo y se sabe que no ha recibido golpes, etc., se puede prescindir de esta prueba que debe haberse hecho al recibirlo.

Boyas.— Se reconocen igualmente para lo cual se les quita el casquete que tienen en su parte inferior, figura 26; se coje un cerrador figura 25, se cubre con su campana BB y se atornilla en la boquilla de la boya interponiendo también arandelas de goma.

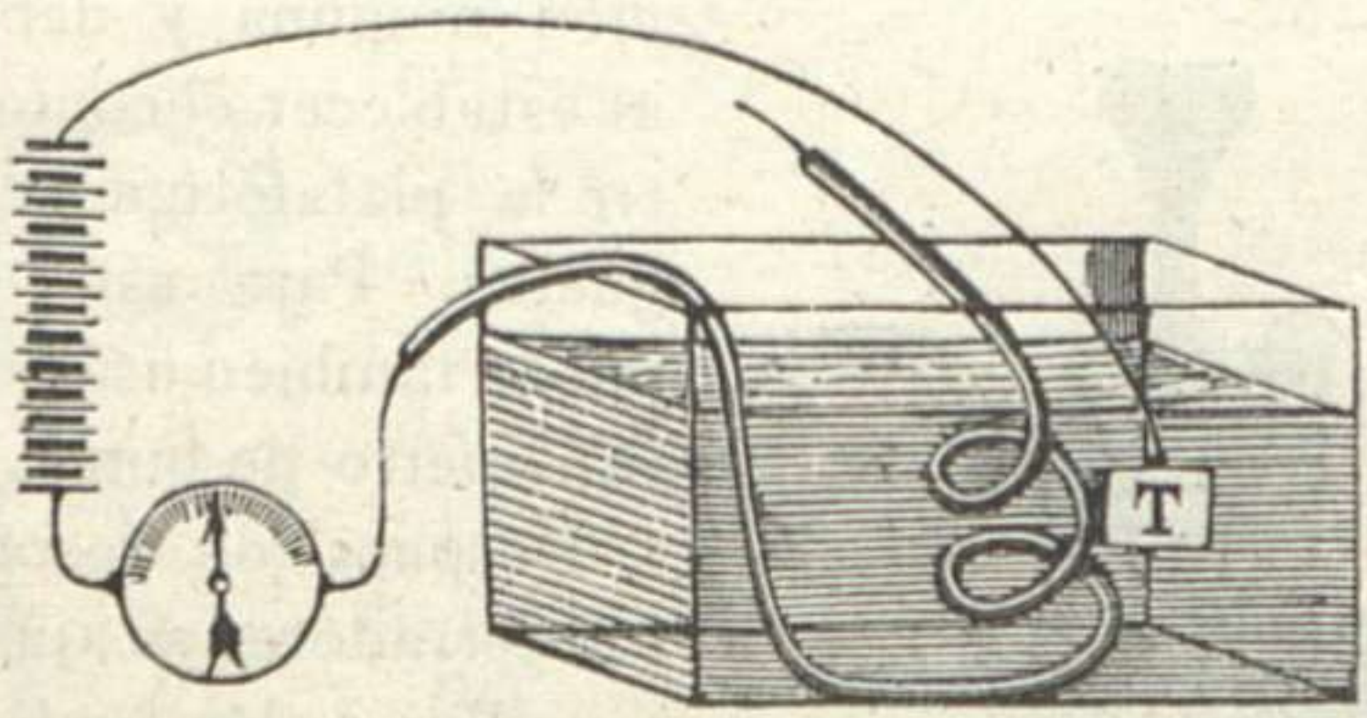
Dispuesta así la boya se echa al agua y se mantiene

durante cuatro ó cinco horas á una profundidad igual á la que deba quedar al fondear el torpedo y al cabo de este tiempo se saca y se vé si ha entrado agua en su interior ó en el del cerrador.

Anclas y cadenas.—Se comprueba si los sumergidores tienen el peso debido y si las cadenas de fondeo y piés de gallo tienen bastante resistencia para el objeto á que se destinan y se observa también si tienen alguna señal de rotura y si todos los grilletes entran fácilmente en los eslabones que les corresponde.

Cables.—Debe comprobarse su continuidad y el aislamiento tanto de los ramales que van del cerrador á la boya, cuando se emplean estas, como de los que van del mismo á la caja de empalmes. La prueba de continuidad puede hacerse por medio del galvanómetro de botes. (*Electricidad* 111). Para hacer la prueba de aislamiento se forma el circuito, fig. 60, con una pila de 20

Fig. 60.



ó 30 elementos dispuestos en série un galvanómetro y el cable; se echa este al agua dejando fuera los dos chicotes y se le dá tierra al polo negativo de la bateria uniendo á él un alambre terminado en una planchuela metática que se echa al agua. Si la aguja del galvanómetro

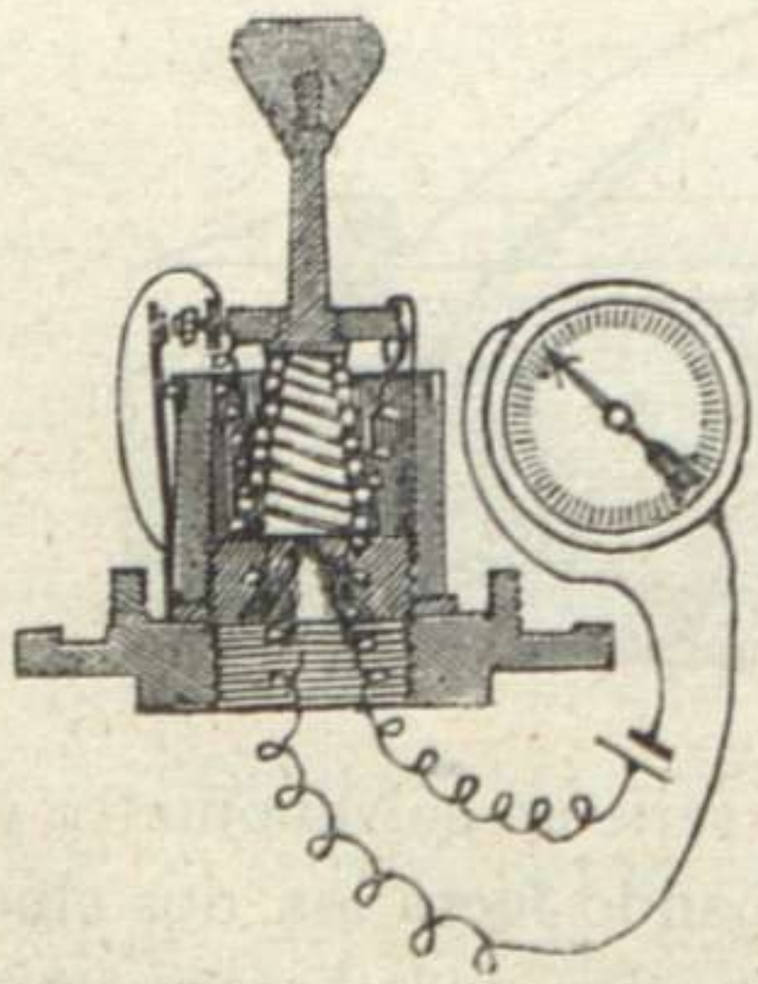
se desvia violentamente, el cable debe rechazarse; pero si se desvia un poco y lentamente ó no se desvia nada, el aislamiento es bueno.

Al hacer esta prueba hay que tener mucho cuidado de que la batería esté perfectamente aislada lo mismo que el galvanómetro, y el operador no debe tocar al conductor descubierto que debe quedar colgando en el aire y si es posible aislado con parafina.

Si se vá á fondear un grupo de torpedos y se emplea un cable múltiple, hay que comprobar la continuidad y el aislamiento de los distintos conductores y numerar estos en ambos chicotes.

Cerradores de circuito.—Se examina primero si los contactos de la plataforma y los de las lengüetas están bien limpios y después si existe alguna comunicación entre unos y otros. Para esto se conectan los ramales del porta conductores con una pila y un galvanómetro fig. 61; estando el cerrador en reposo, el galvanómetro no debe dar indicación ninguna y debe darla al establecer el contacto entre la plataforma y las lengüetas. Para esta prueba puede también usarse el galvanómetro de botes.

Fig. 61.



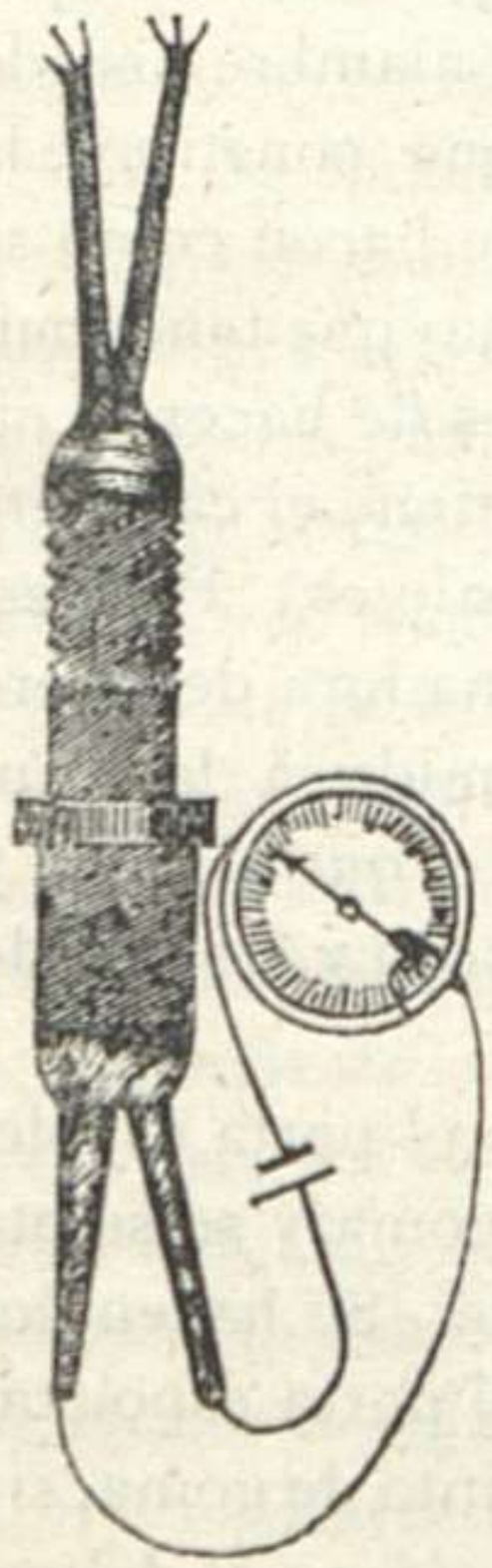
Después de reconocidos los cerradores se ajustan los tornillos de los contactos de modo que estos se verifiquen en las lengüetas por un mismo trabajo.

Si los torpedos se disponen como eléctricos mixtos es preciso ponerles el carrete de resistencias R fig. 39. Di-

cho carrete puede colocarse en la varilla E del cerrador fig. 25, destornillando la bola T é intruduciendo dicha varilla por el taladro del carrete. Los dos extremos del alambre, en él enrollado se unen á los mismos tornillos donde van conectados los ramales interiores del porta conductores del aparato, de modo que en él habrá siempre un circuito contínuo M.... carrete.... M′ á través de la resistencia.

PORTA ESPOLETAS.—Se reconoce formando el circuito que indica la fig. 62; mientras los alambres superiores estén separados el galvanómetro no debe dar indicación ninguna y debe darla al ponerlos en contacto.

Fig. 62.



Si en el primer caso diese alguna indicación, es señal de que los conductores comunican entre sí, lo cual sucede algunas veces por haberse desaislado los ramales inferiores y puede evitarse forrando la parte que esté desaislada con cinta de goma; después de hacerlo debe repetirse la prueba.

Al hacer esta se marcan los ramales para saber cual es el de la parte superior que corresponde con el de la inferior.

ESPOLETAS.—Se reconocen del modo indicado (22).

90. PREPARACIÓN DE LOS TORPEDOS PARA FONDEARLOS.—Reconocido todo el material se procede á preparar los torpedos para fondearlos. A continuación exponemos las distintas operaciones que para ello deben efectuarse, suponiendo que los torpedos son boyantes

con boyas y que deben disponerse como eléctricos mixtos.

1.º Se colocan la envuelta y la boya próximas una á otra y con las tapas hácia arriba y tanto á estas como al ancla y á los ramales de cable se les hace una señal para saber que todo pertenece al mismo torpedo.

2.º Se tapa la boya con el cerrador de circuitos, interponiendo una arandela de goma, y se aprieta bien para impedir la entrada del agua. Después de atornillado se cubre la unión con sebo ó con masilla.

3.º Se hace el empalme de uno de los ramales del porta conductores del cerrador con el que vá á la espoleta, y al otro chicote se le empalma un alambre aislado terminado en una plancha de carbón que constituye la tierra del sistema. Estos empalmes se hacen como se ha indicado (40) y al hacer el primero hay que tener cuidado de pasar el chicote del cable, antes de hacer la piña, por el agujero que para su entrada tiene el casquete de fundición que hace de caja de empalmes. Para este ramal se emplea el cable con armadura de acero que hemos descrito (29). El alambre unido á la plancha de carbón sale por el mismo agujero que el cable y la plancha debe quedar sujeta á la boya y aislada de ella.

4.º Se coloca en la tapa del torpedo el porta espoletas, metiendo antes una arandela de goma y se sujeta por medio de la tuerca correspondiente. Se hacen los empalmes de los ramales interiores del porta espoletas con la espoleta los cuales se aislan con cinta de goma, sin ponerles tubo, y en el correspondiente al ramal del cable que vá á la boya se conecta un alambre aislado unido á una plancha de zinc, la cual se trinca por medio de un hilo de velas al cuerpo interior del porta

espoletas y sirve para conocer si entra agua en la campana, del modo que después se dirá.

5.° El tubito de la espoleta se introduce en el taladro central de un pequeño cilindro de algodon pólvora seco y debe entrar á rozamiento suave y se mete en la campana de bronce en la que se introduce el resto de la carga iniciadora.

6.° Se fija la campana sobre la tapa del torpedo de modo que la unión quede estanca.

7.° Se introduce en la envuelta la carga de algodón pólvora húmedo.

8.° Se coloca la tapa en la envuelta y se aprietan las tuercas templándolas todas por igual.

9.° Se hacen los empalmes de los ramales esteriores del porta espoletas con el cable que vá al cerrador y con el que vá á la caja de empalmes, ambos con tubo de goma; se alojan convenientemente sobre la tapa del torpedo, se sacan los cables por la parte acanalada de la misma y se asegura con sus tuercas el casquete que hace de caja de empalmes.

Se le colocan al torpedo sus piés de gallo, se une á la boya por medio un cable de alambre, se le pone la cadena de fondeo y queda listo para fondearlo.

Además de las llaves necesarias para las tuercas de las tapas de los torpedos y boyas y para asegurar los cerradores etc., debe haber en el almacen unas cajas con todo lo necesario para hacer los empalmes que deben contener lo siguiente:

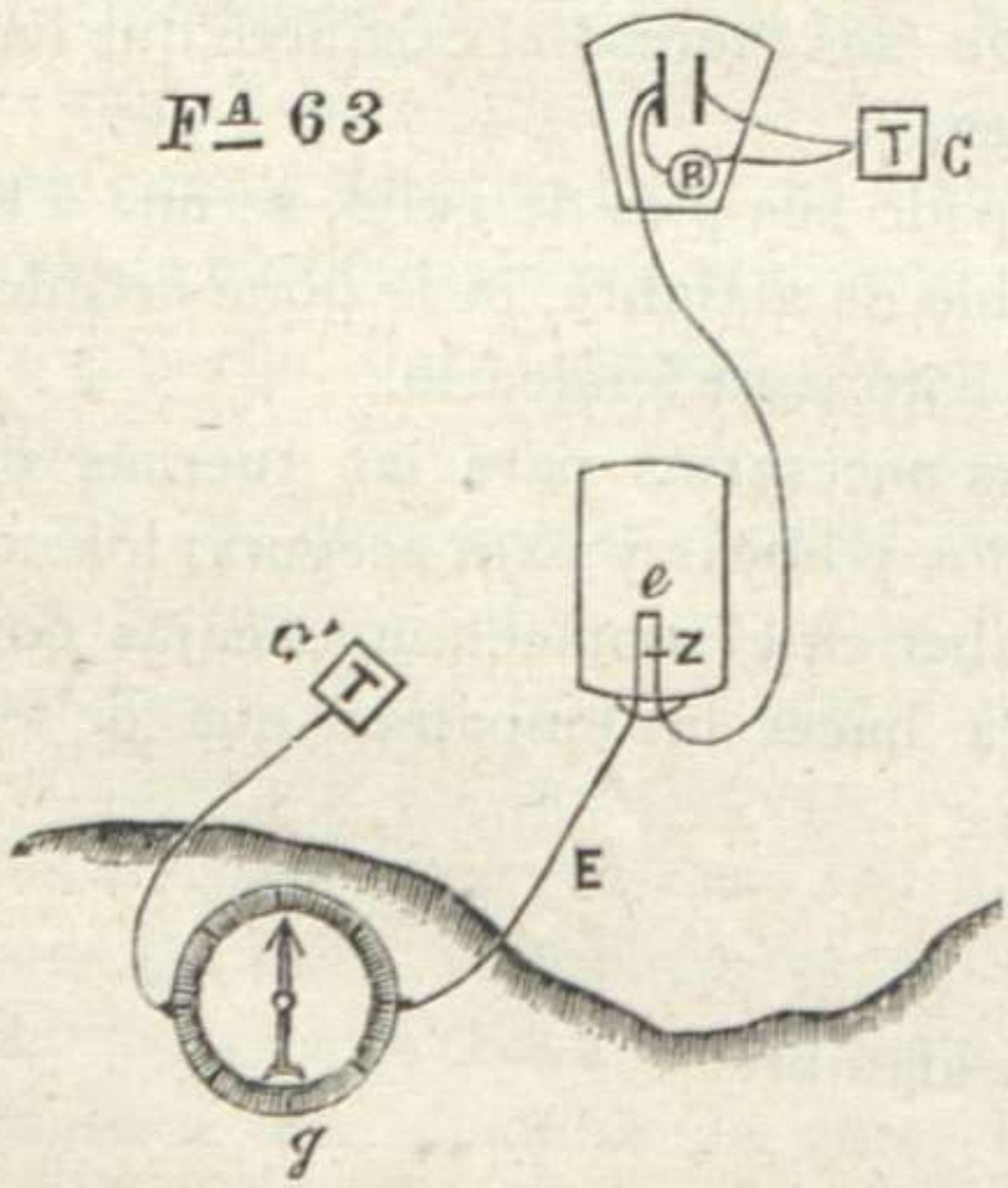
Dos alicates planos.
Dos id. de punta.
Dos id. para cortar alambre.
Dos limas finas.
Un soldador.

Amoniaco en piedra p.ª limpiar soldador
Resina p.ª soldar

Un tornillo de banco, pequeño.
Dos navajas.
Un tarro de solución de goma.
Cinta de goma.
Hilo de velas.
Alambre fino de cobre recocido.
Estaño en barretas.
Una lamparilla de alcohol.
Papel de esmeril de varios números finos.
Tubo de goma de diámetro conveniente.
Tijeras curvas.
Id. planas.
Dos llaves inglesas.
Sebo en pan.

91. Pruebas eléctricas después de fondeados los torpedos.—Hemos dicho que se coloca una plancha de zinc dentro de la campana de la carga iniciadora para saber si entra agua en su interior y vamos á indicar el modo como puede conocerse.

F.ª 63



Para ello el cable que vá del torpedo á la estación E, figura 63, se conecta á una prensa de un galvanómetro y la otra prensa del mismo se pone en comunicación con el mar por medio de un alambre aislado terminado en una planchuela metálica C'. Si suponemos que esta plan-

chuela es de cobre, como el agua del mar ataca de distinto modo á los diferentes metales *(Electricidad 40, nota)*, tendremos formado un elemento en el que las planchas C′ de cobre y C de carbón harán de electrodos y el agua del mar de líquido escitador: el galvanómetro *g* dará una indicación, que deberá ser constante mientras el sistema no sufra alteración, pero en el momento en que entre agua en la campana de la carga iniciadora, la plancha *z* se pondrá en comunicación con el mar, se formará una pila entre ella y la plancha de la estación y el galvanómetro dará una indicación distinta de la anterior.

El elemento así formado se llama *elemento mar* y la disposición que indica la figura permite tambien conocer si el cable ha perdido su aislamiento, porque en el momento en que el conductor de cobre comunique con el mar, sucederá lo mismo que hemos dicho que sucede con las planchas C′ y *z* es decir que se formará el elemento mar entre el cobre (*) descubierto del conductor y la plancha de la estación y la indicación del galvanómetro variará.

Para poder deducir con más certeza por donde toma tierra el sistema, lo cual servirá para formar juicio de su estado, se prueba sucesivamente sustituyendo la plancha de la estación C′ por otras de estaño, carbón, zinc etc., con las que se tendrán naturalmente distintas indicaciones en el galvanómetro y comparándolas entre sí y las de un dia con las de otro se podrá deducir si ha entrado agua en la campana de la carga iniciadora ó si el cable ha perdido su aislamiento.

(*) En la práctica es preciso tener presente que el conductor de cobre está estañado.

Supongamos por ejemplo que en distintos dias ó con distintos torpedos se han obtenido en el galvanómetro las indicaciones siguientes:

Planchas de la estación.	(*) Desvios de la aguja del galvanómetro. Observaciones. 1.ª	2.ª	3.ª
Zinc.	+ 90	+ 2	— 80
Estaño.	+ 60	+ 50	+ 60
Cobre.	+ 40	+ 80	+ 1
Carbón.	— 2	— 90	+ 20

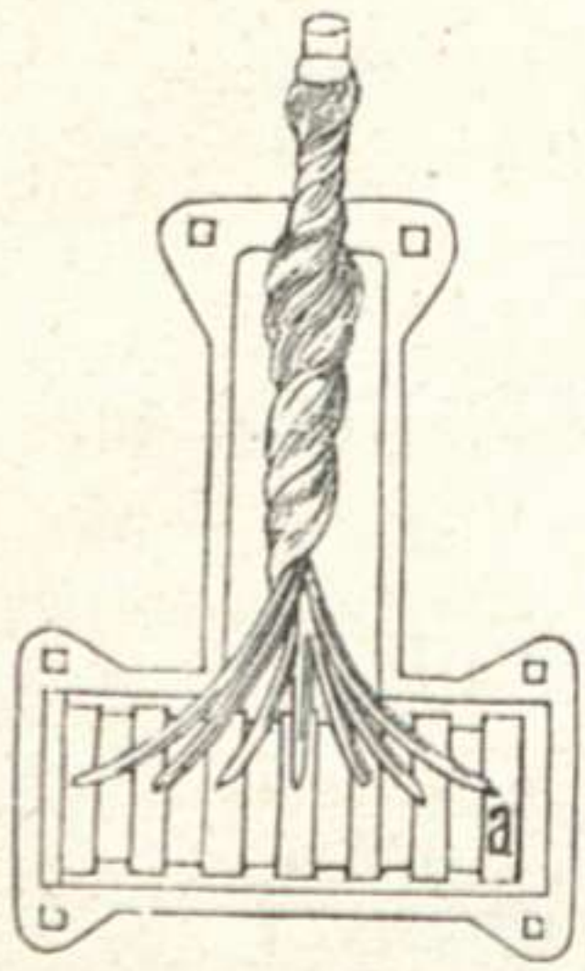
Teniendo en cuenta el órden en que son atacados los metales por el agua del mar deduciremos de la primera observación, que el sistema toma tierra por carbón; de la 2.ª que toma tierra por *zinc*, lo cual nos indicará que ha entrado agua en la campana de la carga iniciadora y de la 3.ª que toma tierra por cobre, es decir que el conductor está desaislado, en el caso de que no esté estañado.

En la práctica, para evitar el tener que cambiar la plancha C′ por otras de distintos metales y para facilitar las conexiones con el galvanómetro se hace lo siguiente: las distintas planchas se meten dentro de una caja llamada *caja de mar*, figura 64, que es de hierro fundido y en su interior lleva un barniz aislador y unas ranuras para que las planchas queden sujetas y aisladas unas de las otras; generalmente estas cajas están dispuestas para contener 7 planchas, cuatro de ellas, que deben ser de carbón, cobre, estaño y zinc se destinan para el elemento mar y las otras se utilizan para dar tierra á

(*) El signo + representa los desvios de la aguja en un sentido y el — en sentido opuesto.

las distintas baterías que se emplean; las planchas se ponen en comunicación con los conductores de un cable múltiple de 7 almas, teniendo cuidado de aislar bien las uniones con los conductores, principalmente las de las planchas de carbón. La caja así dispuesta se fondea; el cable se mete en la estación y los 7 conductores se conectan á 7 prensas dispuestas para recibir clavijas. De este modo y teniendo unidos á las prensas del galvanómetro dos conductores terminados en clavijas, para hacer la observación, no habrá más que poner una de estas en la prensa O, fig. 56, del aparato de señales y fuego, que es donde está el cable que vá al torpedo y la otra en las distintas prensas á que se han conectado los conductores del cable múltiple que vá á la caja de mar.

Fig. 64.



UNDÉCIMA CONFERENCIA.

FONDEO DE LOS TORPEDOS.

92. Para fondear los torpedos deben emplearse embarcaciones convenientemente dispuestas al efecto con objeto de facilitar la faena.

La fig. 65 representa el tipo de lancha de vapor que más se ha generalizado para este servicio. Sus dimensiones son: eslora de 12 á 14 m. y manga de 2 á 3 m. Deben tener una pluma ó pescante giratorio que pueda suspender el peso del torpedo más el del sumergidor y un carretel donde pueda enrollarse el cable conductor, cuando los torpedos sean eléctricos. También deben tener un chigre de mano ó vapor para facilitar la faena.

El empleo de esta clase de embarcaciones para fondear una ó varias líneas de torpedos, tiene el inconveniente de que, dadas sus dimensiones, únicamente pue-

den llevar un pequeño número de ellos, de modo que deben ir acompañadas de grandes lanchones, bateas ó pontonas, que sirvan de depósitos del material á menos que este no estuviese almacenado en un sitio próximo al que deben ocupar los torpedos.

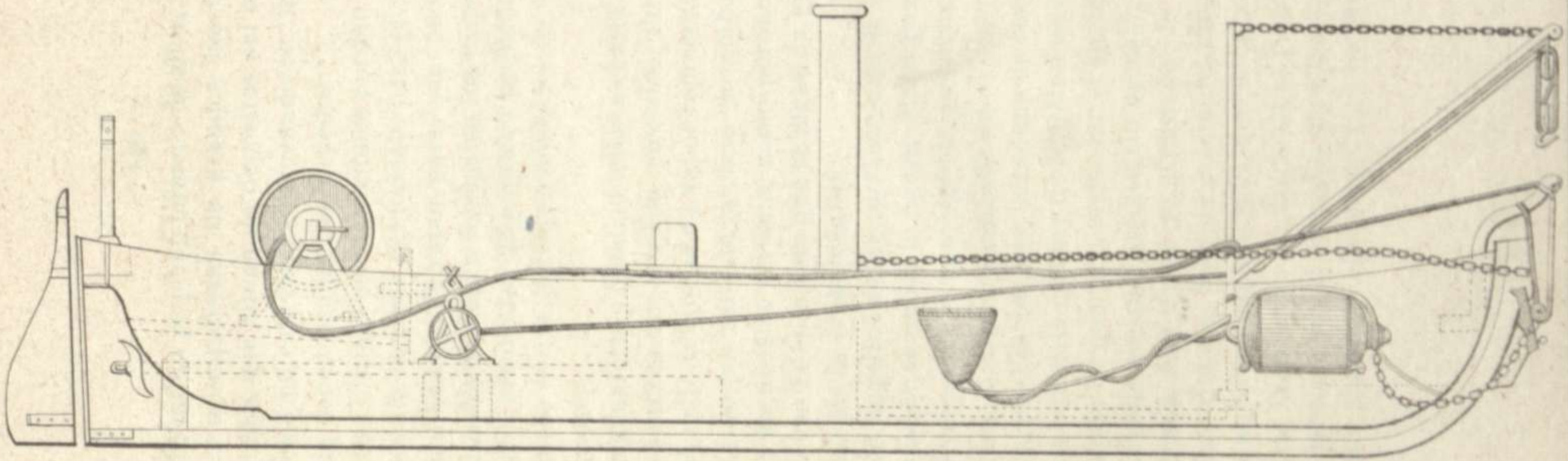
Estas últimas embarcaciones pueden también prepararse para la faena del fondeo, pero en este caso se necesitan lanchas de vapor para que puedan remolcarlas al sitio donde deban fondearse los torpedos.

En la actualidad se emplean pequeños vapores, con lo cual se evitan los inconvenientes de los dos sistemas anteriores.

Explicaremos detalladamente el método que se sigue para fondear un torpedo eléctrico flotante con boya, empleando la lancha de vapor representada en la figura 65, tanto por ser esta la clase de embarcaciones adoptadas en nuestro servicio, como porque con ligeras variaciones es el mismo que se sigue en general, cualquiera que sea la embarcación.

Los torpedos deben instalarse en la lancha de vapor del modo que indica la figura. En el pescante de la amura se suspende el sumergidor, pasando un cabo por el cáncamo ó argolla que tiene en el centro de su cara alta y al cual se asegura la cadena de fondeo del torpedo y otro ramal de cadena de longitud algo mayor que la del fondo en que vaya á quedar el sumergidor, para poder levarlo en caso preciso sin necesidad de que bajen los buzos. El torpedo vá al costado de la lancha, suspendido por dos fajas de cajeta del modo siguiente: las fajas terminan en una gaza que se encapilla en una cornamusa firme en la amurada de la banda opuesta á la que debe ocupar el torpedo; el otro extremo de la faja se pasa por entre el costado y el torpedo, después por

Fig. 65.



encima de este y vuelve á amarrarse á la misma cornamusa. La boya también se suspende del mismo costado por medio de una boza colocándola á popa del torpedo.

Generalmente se lleva un torpedo por cada banda y la disposición indicada tiene por objeto evitar que trabaje demasiado la parte de obra muerta de la embarcación donde descansan el torpedo, el sumergidor y la boya

El torpedo debe estar completamente guarnido del modo indicado (90) con sus piés de gallo unidos por medio de grilletes; el de la cara alta al cabo de alambre que vá á la boya y el otro, á la cadena del sumergidor; la longitud de esta última debe ser algo mayor que la que corresponda al fondo en que vaya á quedar el torpedo y no debe ajustarse hasta el último momento.

El cable que vá enrollado en el carretel se empalma, si no lo está ya, al ramal del porta espoletas y después se prolonga á lo largo de la cadena de fondeo y se abarbeta á esta, dejando algún descuello entre las barbetas para que no trabaje al quedar el torpedo en el agua. Este mismo cable que es el que debe llevarse á la caja de empalmes ó á la estación, según los casos, se abarbeta con el ramal de cadena que ha de servir para levar el torpedo si fuese necesario. De igual modo se abarbeta también el ramal al cable conductor, que vá del cerrador á la boya con el de alambre que los une. (*)

Dispuesto todo de este modo, se dirige la lancha al sitio donde deba quedar el torpedo, que debe estar marcado de antemano; al llegar á él se rectifica el fondo y se ase-

(*) Se emplea en este ramal el cable descrito (29) para evitar que se rompa por el rozamiento contra el de alambre producido por el movimiento de la boya.

gura la cadena al sumergidor dejándola de la longitud necesaria para que el torpedo quede á la inmersión debida: despues se engancha el sumergidor con un gancho firme al chicote de un lanteon que pasa por una cajera del cuadernal de la pluma y viene á enrollarse al carretel del chigre; este gancho debe estar dispuesto para que al llegar el sumergidor al fondo se desenganche y pueda echarse arriba por medio del lanteon; se tesa este y una vez teso se echan al agua el torpedo y la boya arriando poco á poco las bozas que los sujetan; se arria y se despasa el cabo que mantenía suspendido el sumergidor del pescante y se vá arriando el lanteon (teniendo cuidado de filar del cable conductor según vaya pidiendo) hasta que el sumergidor llegue al fondo y una vez en él se arría en banda para que desenganche el gancho, y queda el torpedo fondeado. El cable se lleva á la estación si es un torpedo solo ó á la caja de empalmes, cuando forma parte de un grupo y se emplea el cable múltiple.

Si el torpedo es eléctrico mixto ó de observación, en el momento de llegar el sumergidor al fondo deben hacerse señales para que marquen desde tierra el emplazamiento en que queda.

Esta faena puede hacerse sobre la máquina en sitios donde no haya mareas ni corrientes pero por buenas que sean las circunstancias de mar y viento será muy difícil el conseguir que el torpedo quede en el sitio preciso en que debe quedar y lo más conveniente será fondear la embarcación á barlovento de la baliza que marque el lugar que deba ocupar el torpedo, dar enseguida una estacha por cada aleta y por medio de ellas y de la cadena del ancla colocarse con precisión sobre el sitio marcado.

Cuando se trata de fondear una ó várias líneas de torpedos, puede hacerse la faena con alguna mayor rapidez, fondeando cuatro muertos dispuestos de modo que comprendan la zona donde deban quedar los torpedos y á distancias convenientes para que la embarcación que vaya á fondearlos pueda situarse, por medio de estachas dadas á ellos, sobre los distintos puntos que deban ocupar los torpedos.

Cuando el torpedo es durmiente ó flotante sin boya la faena del fondeo se simplifica.

En el primer caso como el torpedo va unido al sumergidor por medio de los ramales de cadena, fig. 53, para fondearlo se echa la boya al agua y enseguida se engancha el gancho del lanteón en la argolla del pié de gallo y se vá arriando hasta que llegue al fondo.

Las figuras 66 y 67 representan la primera un torpedo

Fig. 66.

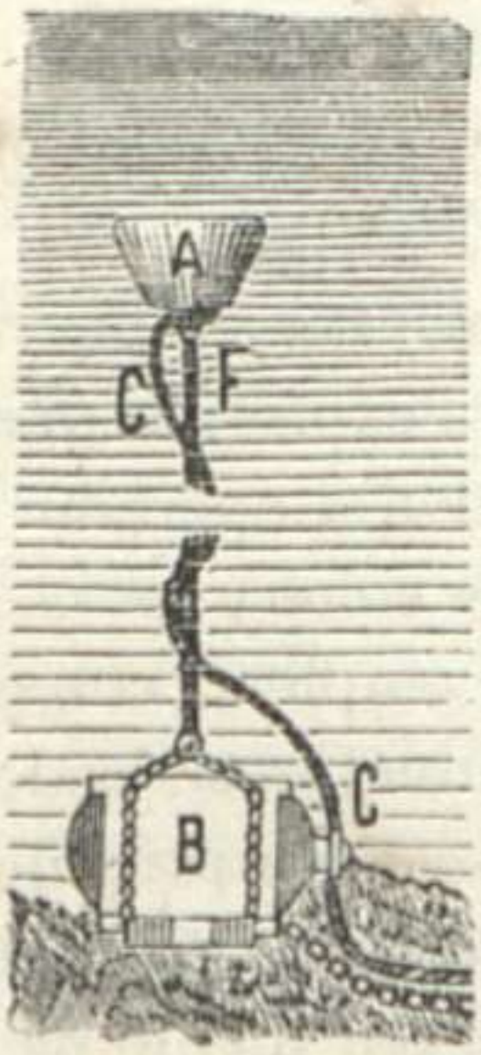
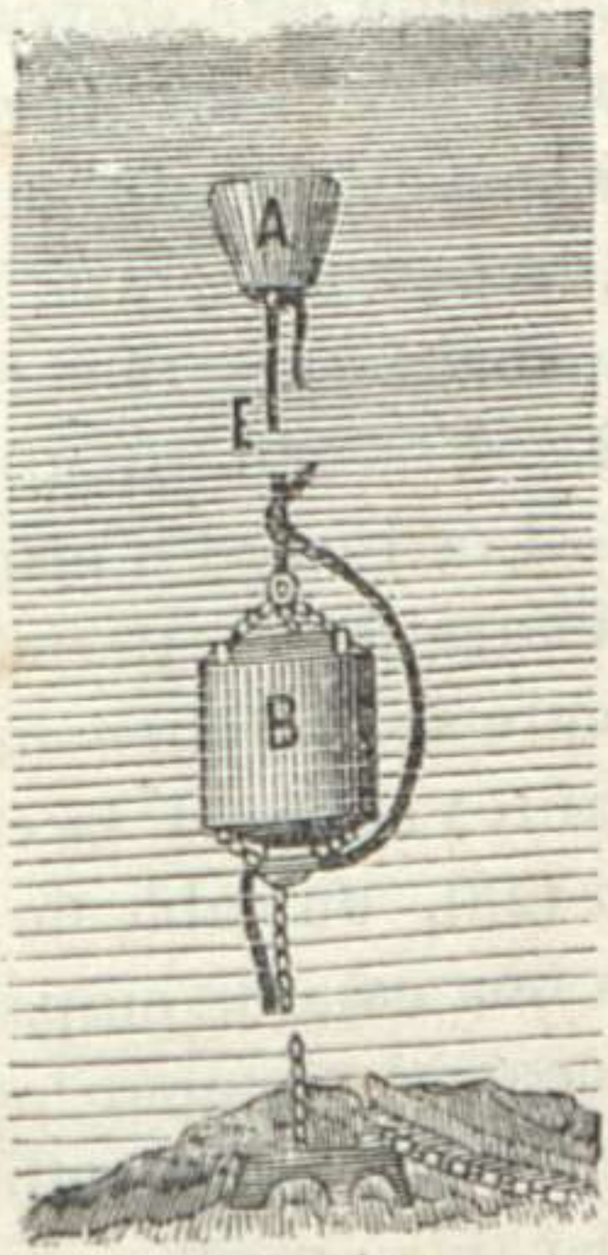


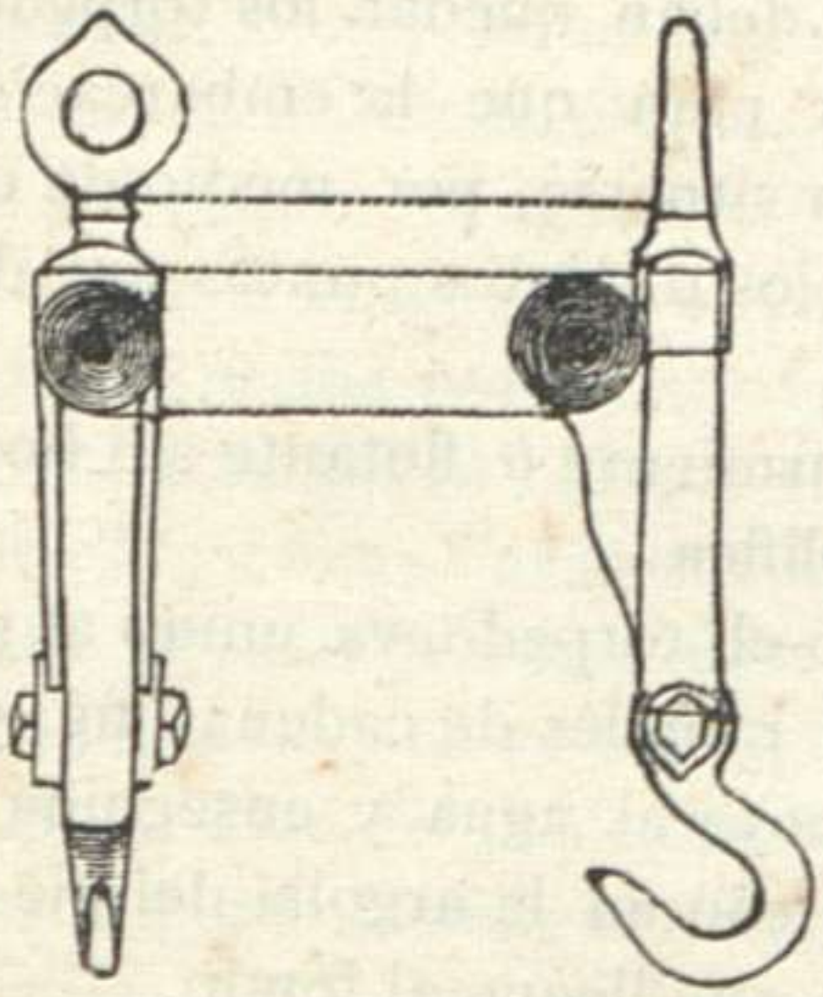
Fig. 67.



durmiente y la segunda uno flotante, con los cerradores en boyas, después de fondeados.

93. Gancho Power.—Para la faena del fondeo se emplea en España el gancho que representa la fig. 68, propuesto por el Teniente de Navío D. Blas Power y que en la práctica ha dado muy buenos resultados. Consiste en dos quijadas de hierro atravesadas por un eje sobre el cual gira una palanca de brazos desiguales; el más corto de estos brazos termina en un gancho resistente y poco cerrado y el otro en una bola pesada; sobre el dado que une ambas quijadas, por la parte superior, hay un cáncamo al cual se hace firme el lanteón. Según esta disposición se comprende fácilmente que si al descansar sobre el fondo el torpedo ó el sumergidor suspendido del gancho, se arría en banda el lanteón, la palanca girará, el brazo del contrapeso quedará hácia abajo y dejará el torpedo en libertad.

Fig. 68.



94. Fondeo de una ó várias líneas de torpedos.—Los torpedos eléctricos cuya explosión puede determinarse desde tierra á voluntad del operador, generalmente se disponen en grupos de siete y para no llevar tantos cables á la estación se emplea, como se ha dicho (28), un cable de siete conductores desde tierra hasta una caja de empalmes que se sitúa próxima al sitio que deben ocupar los torpedos y estos se conectan á los conductores del cable múltiple por medio de ramales de cable sencillo.

Para fondear una línea de estos torpedos se procede

del modo siguiente: se marcan los sitios que deben ocupar tanto los torpedos como la caja de empalmes; después se tiende el cable múltiple dejando uno de sus chicotes en tierra y llevando el otro al lugar que debe ocupar la caja de empalmes y al llegar á él, la embarcación que lo haya tendido se fondea y se preparan la caja y los conductores del múltiple para hacer los empalmes con los ramales de cable sencillo de los torpedos. Estos se van fondeando como se ha esplicado y si se conoce la longitud que deben tener, que es lo que sucede en la práctica, pueden tenerse ya cortados y se van llevando con un bote á la embarcación que tiene la caja. También pueden dejarse avalizados y llevarlos cuando todos los torpedos estén fondeados; en este caso es preciso cubrir los chicotes para que no entre agua entre el conductor y el dieléctrico para lo cual se emplean unos capillos especiales.

Con objeto de poder levar la caja de empalmes cuando se desee, se le hace firme una cadena que tenga una longitud algo mayor que el fondo que haya en el sitio donde se fondee, la cual se abarbeta al cable múltiple.

Cuando se quiera levar alguno de los torpedos se leva primero la caja de empalmes, por medio de la cadena unida á ella, se toma el ramal del torpedo que se trata de levar y palmeándose por él se coje la cadena unida al sumergidor por la cual es fácil levarlo con la pluma ó pescante de la lancha.

95. Fondeo de una línea de torpedos electro-automáticos.—Para fondear una línea de torpedos electro-automáticos según la disposición indicada en la fig. 37, si el cable está ya preparado con los ramales unidos por medio de los disyuntores y los torpedos listos, se procede del modo siguiente: Se embarcan el ca-

ble y los torpedos en una embarcación convenientemente dispuesta al efecto, la cual se traslada al sitio donde deban emplazarse los torpedos; al llegar á él se lleva á tierra el chicote que corresponda del cable; enseguida por medio de estachas se sitúa la embarcación sobre el sitio que deba ocupar el primer torpedo de la línea, que debe estar marcado de antemano, se hace el empalme de aquel con el ramal correspondiente del cable, se abarbeta este con el cabo de alambre ó cadena que se emplee para unir el sumergidor con el torpedo, se echa este al agua y se fondea el sumergidor. La misma operación se repite con el segundo torpedo y después con el tercero, etc., hasta dejar fondeados todos los que constituyan la línea. Si no estuviesen hechos los empalmes del cable sencillo con lós ramales, sería preciso hacerlos al ir fondeando los torpedos, pero la operación sería muy larga, por lo que conviene, una vez determinada la posición de las líneas y la distancia que debe haber entre los torpedos de cada línea, preparar el cable y guardarlo en el almacén ya listo.

La embarcación que se emplee en esta faena debe ser de mayores dimensiones que la lancha que hemos descrito (92) para que pueda llevar varios torpedos y el cable adujado y debe tener á popa un molinete y un pescante ó pluma con un lanteon.

Los torpedos de esta clase pueden tambien disponerse por grupos llevando los ramales de cada grupo ó línea á una caja de empalmes provista de disyuntores y unida á tierra por un solo cable de un conductor.

Esta disposición tiene el inconveniente de que es preciso emplear mayor longitud de cable que con la anterior pero en cambio se facilita la faena del fondeo y el reconocimiento de los torpedos y permite convertir estos

en eléctricos mixtos para lo cual pueden servir las mismas cajas de empalmes.

96. Fondeo de los torpedos mecánicos.—Estos torpedos se fondean de un modo análogo al que hemos explicado para fondear los eléctricos, pero en los que hemos descrito (42 á 50) es preciso tomar grandes precauciones, pues su manejo es muy peligroso. Es de esperar que dichos torpedos queden sin más aplicación que como improvisados y que en lo sucesivo únicamente se empleen los del sistema Pietruski que ha sido ya adoptado por distintas naciones.

En España tenemos los del sistema Bustamante á que hemos hecho referencia (43 y 50) que han sido declarados reglamentarios en la Armada.

97. Fondeo de los torpedos en puertos de mareas.—En los puertos en que haya mareas, la distancia de los torpedos á la superficie varía constantemente con la altura de las aguas y aun cuando se empleen boyas (61) sucederá, si la diferencia entre la pleamar y la bajamar es muy grande, que quedarán en la superficie cuando las aguas estén bajas ó á una inmersión tal en la pleamar, que será imposible el que los buques puedan chocar con ellas.

Para evitar estos inconvenientes se han ideado diferentes mecanismos, pero ninguno de ellos es admisible en la práctica; por consiguiente, lo mejor en tales casos será emplear torpedos de fondo con grandes cargas, siempre que aquel no pase de 15 metros, y cuando sea mayor, torpedos boyantes con boyas, dispuestos de modo que queden en bajamar á la inmersión mínima unos tres metros y las boyas con la longitud de amarra conveniente para que en pleamar queden á tres ó cuatro.

También pueden disponerse várias filas á distintas inmersiones.

98. Sistema de Mac-Evoy para obtener automáticamente la inmersión deseada al fondear los torpedos.—Por lo que hemos explicado sobre el fondeo de los torpedos se comprende que la faena exige emplear mucho tiempo aun cuando se tenga todo el material preparado de antemano y se conozca el sitio que debe ocupar cada torpedo, pues hay operaciones como es la de ajustar la longitud de la cadena ó cable de fondeo para que el torpedo quede á la inmersión debida, que no pueden hacerse hasta el momento de fondearlos.

Para obtener automáticamente la inmersión deseada al fondear los torpedos, que es una de las ventajas características del sistema Pietruski, propone el Capitan Mac-Evoy el mecanismo que representa la figura 68*a*. C es un carretel con una cierta longitud de amarra; vá fijo al ancla y puede girar mientras obre sobre la palanca *p* el peso *m*, pero al llegar este al fondo, se invierte la posición de aquella bajo la acción del contrapeso *n* y un diente *d* impide el giro del carretel. La longitud de la cadena *b* regula la inmersión.

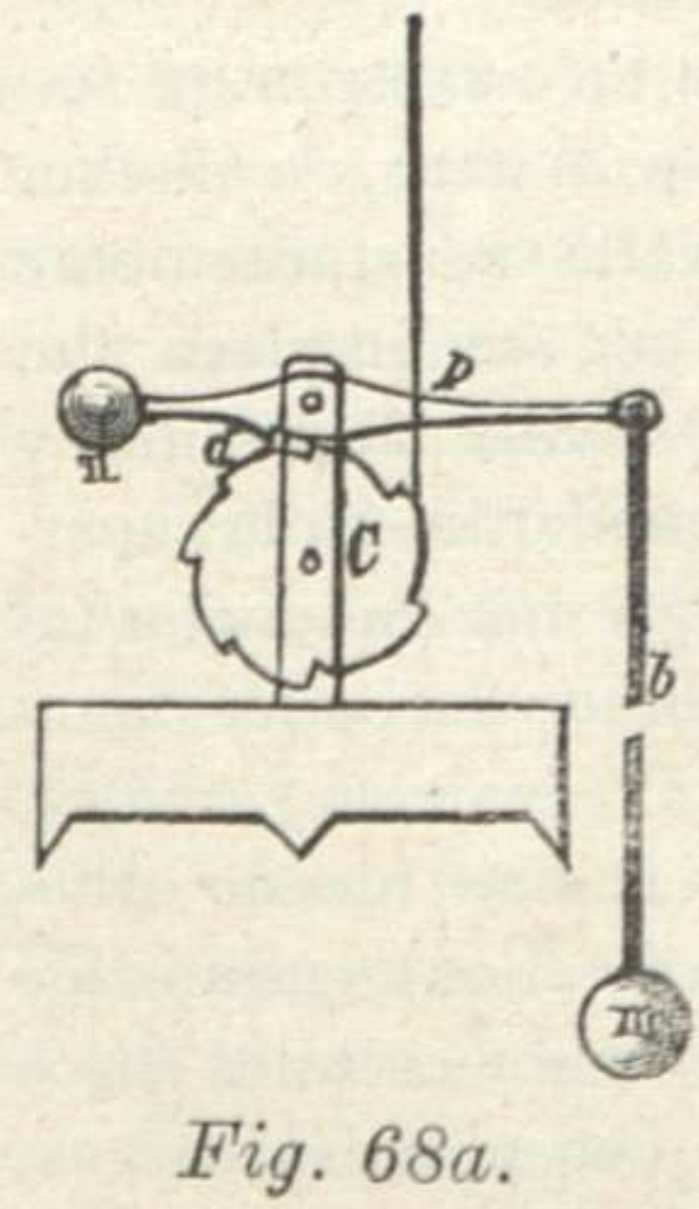


Fig. 68a.

Este sistema es de creer que dé buenos resultados en la práctica, pero es inferior al nuestro.

DUODÉCIMA CONFERENCIA.

TORPEDOS DE ATAQUE.—TORPEDOS AUTOMÓVILES.—TORPEDO WHITEHEAD.

99. Debido á los perfeccionamientos realizados en los torpedos de ataque así como en los medios de utilizarlos, su importancia es cada dia mayor y todas las naciones dedican preferentemente su atención al estudio de estas armas.

Al definirlos, en la primera conferencia, los dividimos en cuatro grupos: automóviles, de botalón, de remolque y torpedos de corriente, de los cuales nos iremos ocupando en el mismo órden en que los hemos colocado.

100. Torpedos automóviles.—De todos los torpedos conocidos de esta clase, los del sistema Whitehead son los únicos que han tenido general aceptación, y en el día son contadas las naciones que carecen de esta importante arma de guerra.

El torpedo Lay también puede ser de utilidad en algunos casos en que el Whitehead no puede emplearse.

Entre ambos existen diferencias esenciales; el primero se lanza al agua por medio de aparatos apropósito y una vez lanzado queda abandonado á sus propios mecanismos, los cuales se disponen para que vaya á herir al objeto que se trate destruir. Esto tiene la ventaja, para emplearlo desde una embarcación, de que una vez disparado el torpedo el buque queda desligado de él y por consiguiente puede maniobrar con independencia completa, pero tiene el inconveniente de que un error cometido en la puntería ó cualquier causa que pueda afectar su marcha, á ménos que sea de un modo constante y conocido, podrá hacer que el torpedo no dé en el blanco.

En el Lay, no influyen los errores cometidos en la puntería, pues no se apunta, así como tampoco las causas ordinarias que pueden desviarlo de su dirección tales como las mareas ó corrientes porque el operador puede gobernarlo desde tierra ó desde una embarcación por medio de la electricidad; pero esta que es una ventaja en general, es un inconveniente grave para admitirlo como arma en los buques, pues estos tendrian que subordinar en absoluto sus maniobras á las del torpedo, lo cual es inadmisible cuando se trata de un combate naval bien sea entre dos escuadras ó entre buques sueltos. Además la velocidad del Whitehead es casi doble que la del Lay y en muchos casos un buque de buena marcha, mientras no se consiga aumentar la velocidad del segundo, podrá evitarlo huyendo de él.

Algunas experiencias verificadas en el Bósforo han puesto de manifiesto la superioridad del torpedo Lay sobre el Whitehead para emplearlo en la defensa de puertos ó canales estrechos, en que haya fuertes mareas que

den lugar á corrientes encontradas según los vientos, configuración de la costa, fondo, etc., y se comprende en efecto que en tales casos será imposible el hacer buenos blancos con el Whitehead.

El adoptado en España es el Whitehead, por lo cual será el único que daremos á conocer, pero solamente de modo muy general, pues estando dispuesto por diferentes Reales órdenes que se guarde la mayor reserva sobre algunas de sus partes esenciales, no nos es posible entrar en detalles.

101. Torpedo Whitehead.—De este torpedo se construyen tres modelos *a*, *b* y *c* que solo se diferencian en sus dimensiones.

El generalmente adoptado por todas las naciones es el modelo *a* que es el más pequeño; su longitud es de 4'5 m. y su diámetro mayor de 0'35 m. Es capaz de una carga de 17'25 kilógramos de algodón pólvora y puede recorrer hasta una distancia de 400 m. con una velocidad de 11'5 á 12 metros por segundo ó sean 23 á 24 millas por hora.

Los que tenemos en España son los construidos en Alemania en la fábrica la «Berliner», que se diferencian principalmente de los que construye Whitehead en Fiume (Austria) en que los primeros son de bronce fosforado y los segundos de acero.

Tienen la forma que indica la fig. 69, y se componen de las partes siguientes:

A. Punta de combate ó ejercicios.
B. Cámara de carga ó ejercicios.
C. id. secreta.
D. id. de aire.
E. id. de la máquina.
F. id. de inundarse.

G. id. de engranajes.
H. id. del disparo.
I. Hélices.
J. Cruceta de timones horizontales.

El algodón pólvora que constituye la carga se emplea húmedo y en forma de discos circulares de distintos diámetros, los cuales se colocan unos sobre otros y después se cortan para formar un cono igual á la punta B para que al introducirlo en esta, quede perfectamente estivado.

En el centro de la carga vá la iniciadora metida dentro de un tubo de latón.

Todos los torpedos traen dos puntas una cargada que se llama de combate y otra descargada y con un peso igual al de la primera que sirve para la regulación y para ejercicios.

La explosión se determina por el choque para lo cual hay dispuesto uu estilete de acero de modo que al chocar la punta del torpedo con cualquier obstáculo, se introduzca en el interior y produzca la detonación de una cápsula de fulminato de mercurio que se halla en contacto con la carga iniciadora.

La cámara secreta C, tiene un mecanismo cuyo objeto es el mover automáticamente los timones horizontales para que el torpedo marche á la profundidad que se desee.

La cámara de aire D es cilíndrica y puede cargarse á una presión de 130 atmósferas sin que se deforme de un modo permanente, pero en la práctica real no se carga á presiones superiores á 100 atmósferas.

Un tubo pone en comunicación la cámara de aire D con la de la máquina E y en él hay una válvula que se abre ó se cierra por medio de una especie de llave ó ga-

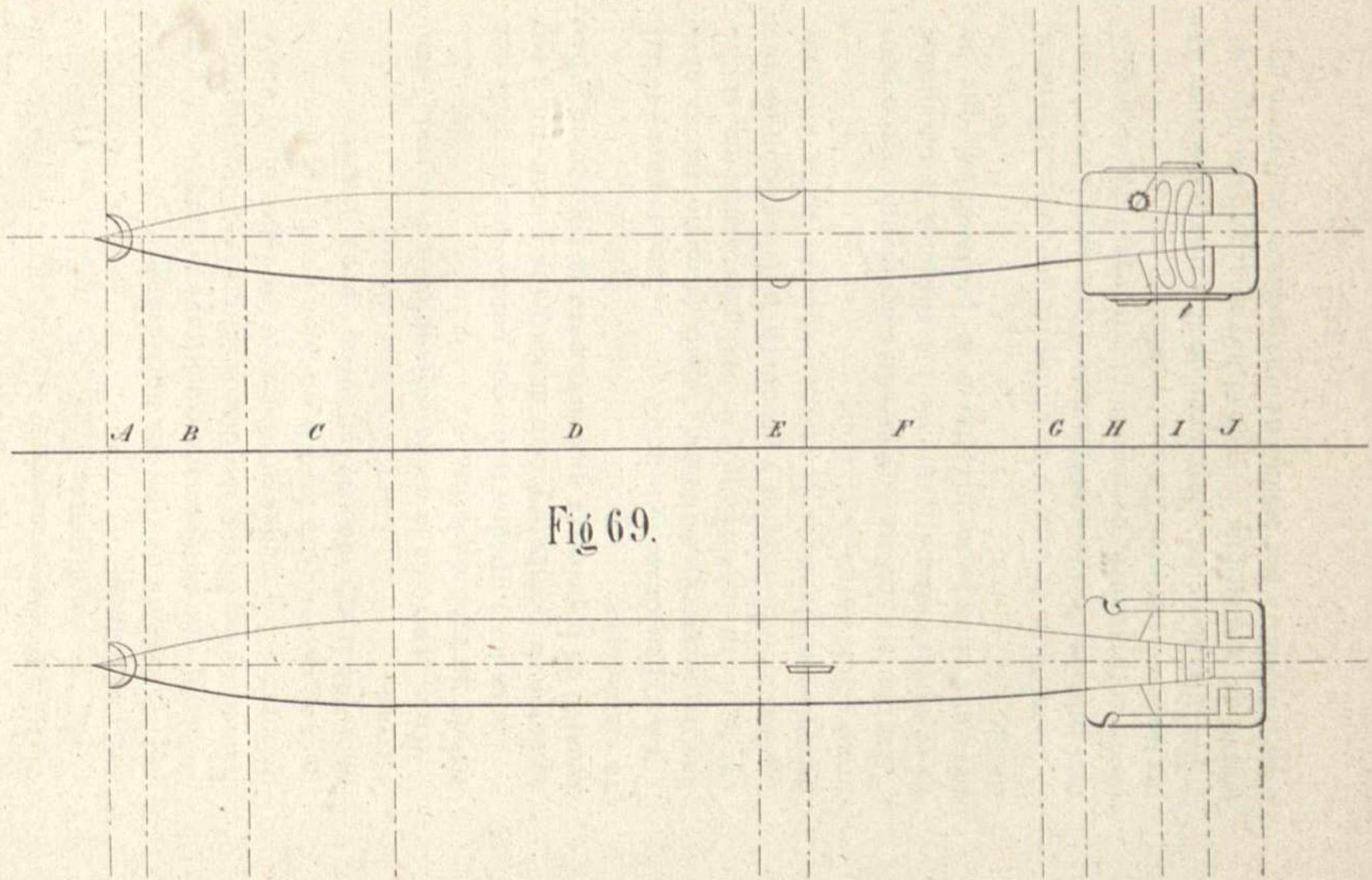


Fig 69.

tillo cuya extremidad ó cresta sale á la parte exterior de la envuelta.

La máquina es de tres cilindros del sistema Brotherhood y al abrir la válvula que permite la entrada del aire en los cilindros, pone en movimiento un eje el cual por medio de un engranaje cónico hace que se mueva en sentido opuesto otro eje hueco concéntrico y exterior á él y á cada uno vá fija una hélice.

A continuación de la cámara de la máquina está la de innundarse F, que es un espacio vacío de forma tronco cónica que sirve para dar flotabilidad al torpedo y para hacer que se vaya á pique al final de su carrera si así se desea.

A la cámara de engranaje G sigue la del disparo H. En la parte interior de esta última hay un muelle que mantiene cerrada la válvula de cuello de la máquina el cual es preciso montar cuando se lanza el torpedo y para ello tiene en la superficie de la envuelta un agujero por el cual se introduce una llave apropósito.

A las partes A y B reunidas se les llama *cabeza de combate ó de ejercicios* y las E F G H I J unidas se designan con el nombre de *cola*.

El torpedo puede disponerse para que marche á la profundidad que se quiera entre 1 y 4 metros y para recorrer una distancia determinada entre 50 y 400 metros.

Lo primero se consigue por medio del aparato secreto para lo cual, despues de regulado el torpedo, basta hacer girar una pequeña rueda dentada que hay en la cara de proa de la cámara secreta hasta colocar un índice fijo sobre el número igual á la profundidad en metros á que se quiere que marche.

Para limitar la distancia que ha de recorrer, hay en la cola dos ruedas dentadas una, que engrana en un torni-

llo sin fin firme al eje que dá una vuelta completa por cada 50 metros de camino recorrido, y la otra mayor conectada con este de modo que pase un diente por cada vuelta de la primera.

La rueda mayor tiene un botón ó tope excéntrico que al tropezar con el extremo de una palanca dispara un muelle que empuja una varilla y hace que se cierre la válvula que dá entrada al aire en la máquina.

Según esto para hacer que el torpedo recorra una distancia de 200 metros, por ejemplo, no habrá más que hacer girar á mano la rueda grande hasta colocarla de modo que al pasar cuatro dientes, el tope tropiece con el estremo de la palanca en cuyo caso el muelle se disparará, se cerrará la válvula que dá entrada al aire en la máquina y el torpedo se parará y subirá á la superficie, ó se irá á pique si se ha dispuesto para ello.

APARATOS DE LANZAMIENTO.

102. Los torpedos Whitehead pueden lanzarse de distintos modos según los aparatos que se empleen y el lanzamiento puede efectuarse por encima ó por debajo del agua. El segundo método es el que dá mejores resultados, pero además de ser la instalación más costosa no puede hacerse en toda clase de embarcaciones.

La forma y disposición de estos aparatos varía según el sitio en que se instalen, pero en principio, se reducen á un tubo dentro del cual se aloja el torpedo y el lanzamiento se efectúa por medio del aire comprimido por el vapor, ó por la inflamación de un pequeño cartucho de pólvora. También puede lanzarse en cunas ó canas-

tas por debajo del agua abriendo la válvula de cuello del torpedo, el cual sale impulsado por su propia máquina.

103. LANZAMIENTO SOBRE EL AGUA. APARATOS SCHWARTZKOPFF.—Estos aparatos pueden instalarse en cualquier parte del buque. Su altura sobre el nivel del mar conviene que sea la menor posible, pero teniendo en cuenta los balances y la marejada, generalmente es de un metro á metro y medio.

El aparato consiste en un tubo ó cañón de hierro que tiene la longitud y diámetro convenientes para que en su interior pueda alojarse el torpedo. En la parte posterior tiene una tapa la cual por medio de un sencillo mecanismo hace una obturación perfecta.

Interiormente tiene dos ranuras en la parte alta y baja de la intersección del plano vertical, de suficiente profundidad para que puedan entrar en ellas las guias que tiene el torpedo en el armazón de la cola y en la parte cilíndrica y para que quede ajustado dentro del tubo y no se escape el aire, hay en la parte interior un muelle circular de acero que ciñe al torpedo y está dispuesto de modo que lo deje en libertad al penetrar el aire en el cañón.

En la parte alta del tubo hay una uña que penetra en su interior colocada de modo ,que al estar el torpedo dentro, quede enfrente y en el mismo plano que la llave de la válvula de cuello, que tiene por objeto abrir dicha válvula al ser lanzado el torpedo y para impedir que esto pueda ocurrir al introducirlo en el tubo, tiene este dos topes en la parte posterior dispuestos de modo que tropiecen en ellos dos tuercas de la cola antes de que la uña pueda ponerse en contacto con la llave de la válvula. Los topes están siempre solicitados hácia el interior del tubo por dos muelles y al introducir el torpedo se

retiran, al entrar la parte de mayor diámetro, pero al pasar por ellos la cámara de inundarse se meten para dentro é impiden que el torpedo siga avanzando.

El lanzamiento se efectúa por medio del aire comprimido para lo cual vá unido al tubo y en comunicación con él por medio de una válvula, un depósito de aire comprimido que puede cargarse á seis atmósferas, al que se le dá el nombre de *cartucho*.

Después de introducir el torpedo en el tubo y de ajustar la tapa de cierre, para dispararlo no hay más que abrir la válvula que dá entrada al aire en el cañón, lo cual se efectúa por medio de una palanca conectada con ella y el aire comprimido obrando sobre la parte posterior del torpedo lo lanza con una velocidad que depende de la inclinación del tubo y de la presión que haya en el cartucho, pero que debe procurarse que sea de 11 á 12 m. por segundo, ó sean 22 ó 24 millas por hora para lo cual la presión en el cartucho debe ser de 3 ½ á 4 atmósferas, por la relación que hay entre su volúmen y el del espacio vacío de la parte posterior del tubo después de alojado el torpedo.

La palanca del disparo está ligada con los topes de seguridad y con la uña que abre la válvula de cuello de modo que antes de dar entrada al aire en el cañón, retira los topes y pone la uña en contacto con la llave de la válvula.

Tanto en el cañón como en el cartucho pueden colocarse manómetros para indicar la presión del aire.

Estos tubos pueden ser fijos ó movibles; los primeros se construyen también divididos en dos mitades en el sentido longitudinal para poder colocarlos en los sitios del buque en que no se disponga de espacio suficiente para poder introducir el torpedo colocándolo á continuación del tubo.

104. Tubos Canet.—En estos tubos el torpedo se lanza por la inflamación de un pequeño cartucho de pólvora en vez de hacerlo por medio del aire comprimido.

El tubo vá montado sobre un armazón de cuatro ruedas dispuesto de modo que pueda llevarse con facilidad de un sitio á otro sin que para ello sea obstáculo la inclinación de la cubierta, pues las ruedas están dispuestos para ajustarse á ella.

Entre las dos ruedas de la parte posterior hay una tuerca por la que corre un tornillo sobre cuya cabeza apoya el tubo para poder dar á este distintas inclina ciones.

El mecanismo de la tapa que cierra el tubo es parecido al cierre francés de la artillería y el cartucho está dispuesto en ella de modo que los gases obren primero sobre las paredes interiores del tubo en vez de hacerlo directamente sobre la cola del torpedo para lo cual, la cámara donde vá alojado comunica con el interior del tubo por una série de agujeros que van del centro á la circunferencia.

La inflamación del cartucho se determina por medio de una espoleta, que puede ser mecánica ó eléctrica.

El torpedo queda sujeto dentro del tubo por medio de dos topes y para lanzarlo se mueve una palanca con cuyo movimiento se retiran estos y se determina la inflamación de la espoleta, por el choque de un percutor si es mecánica, ó cerrando el circuito de una pila si es eléctrica.

En ambos casos el mecanismo está dispuesto para que la espoleta no pueda inflamarse si los topes no están retirados. Tampoco puede inflamarse si la tapa no está en la posición precisa que debe tener al hacer el disparo.

El tubo dispuesto del modo indicado puede colocarse en una porta cualquiera del buque y trasladarse de unas á otras con facilidad.

Además, se construyen otros dispuestos de modo que puedan fijarse al costado con una junta universal y otros modelos para los torpederos.

Estos tubos han sido adoptados en la Marina Francesa y á juicio del Comander Gallwey, (que es una de las primeras autoridades de Inglaterra en la materia) son superiores á los de aire comprimido.

105. Mecanismo eléctrico para disparar.—Los tubos que acabamos de describir están provistos de un mecanismo muy sencillo para disparar por medio de la electricidad. Se compone de un electro imán cuya armadura, al ser atraida, deja en libertad á una palanca acodada, la cual bajo la acción de un resorte y por el intermedio en una barra de conexión pone en movimiento la de disparar á mano.

106. Lanzamiento por debajo del agua.—Los aparatos para lanzar el torpedo por debajo del agua se colocan generalmente por la popa ó por la proa en dirección de la quilla (*). El que vamos á describir es debido á Whitehead y se compone de un tubo ó cañón de lanzamiento de los ordinarios, pero dividido en dos partes en sentido de su longitud formando una especie de caja con tapa visagrada. El torpedo se coloca en su interior y para evitar que se mueva hay un tope en la par-

(*) También pueden ponerse por el costado, pero en este caso necesitan una instalación especial para impedir que el torpedo se destroce al salir del tubo estando el buque en movimiento. Hasta ahora el único buque que tiene tubos por el costado por debajo de la flotación es el *Polyphemus* de la marina Inglesa.

te posterior. La comunicación del tubo con el mar se establece por medio de válvulas que pueden abrirse ó cerrarse con el auxilio de un mecanismo especial y á fin de evitar el peligro de que el torpedo salga disparado estando cerradas las válvulas, estas están conectadas con el top : que lo sujeta de modo que no pueda retirarse hasta que aquellas estén abiertas. Detrás del cañón hay colocados dos depósitos que comunican con él por medio de tubos, los cuales están en parte llenos de agua sobre la que se colocan unos flotadores. Dichos depósitos están también en comunicación por su parte superior con un acumulador de aire comprimido de modo que este, ejerce presión sobre el agua. Un tubo de pequeño diámetro que comunica con el mar, permite la entrada del agua en el cañón.

El freno que mantiene el torpedo en posición, se maniobra por medio de una palanca con la cual también está relacionado un disparador colocado en la parte lateral del tubo que abre la válvula que dá entrada al aire en la máquina del torpedo. Para disparar se llena de agua el cañón, se abren las válvulas que lo pone en comunicación con el mar y por medio de la palanca dicha se retira el freno y se abre la válvula del torpedo y este se pone en movimiento impulsado por su máquina y al arrancar, tropieza con un tope que mantiene comprimido un resorte el cual, al quedar en libertad, mueve una palanca acodada que abre la comunicación del tubo de lanzamiento con los depósitos y el agua de estos se precipita en el cañón impulsada por la presión del aire y contribuye á aumentar la velocidad de salida del torpedo.

107. Aparatos de lanzamiento en las embarcaciones menores.—En los torpederos el lanzamiento se

efectúa por medio de tubos semejantes á los descritos colocados uno en cada amura en dirección de la quilla.

En los torpederos chicos y en las lanchas y botes de vapor que se arman con estos torpedos, para lanzarlos se emplean cunas ó canastas colocadas por el costado en dirección de la quilla y dispuestas, por medio de pescantes, de modo que puedan tenerse suspendidas ó arriadas.

Los torpedos se meten en las cunas y estas se llevan suspendidos y se arrian en el momento de lanzar. El lanzamiento se efectúa tirando de un cabo unido á una palanca que abre la válvula de cuello.

Estas cunas tienen el inconveniente de que es preciso parar la embarcación ó ir muy moderados en el momento de lanzar.

DÉCIMA TERCERA CONFERENCIA

TORPEDOS DE BOTALON.

108. Los torpedos de botalón se emplearon en la guerra de secesión americana y por medio de ellos fué echado á pique el buque confederado *Albermale* y sériamente averiados otros varios de la escuadra federal.

También los emplearon los rusos en su última guerra en los ataques contra los buques de la escuadra turca y con uno de ellos fué echado á pique el monitor *Duba Saife;* por último los franceses en su reciente campaña en China destruyeron, tambien por medio de estos torpedos, dos buques de la escuadra china.

Estos hechos no pueden sin embargo servir para juzgar sobre el valor práctico de estas armas, pues en todos los casos citados las circunstancias fueron muy favorables para el ataque.

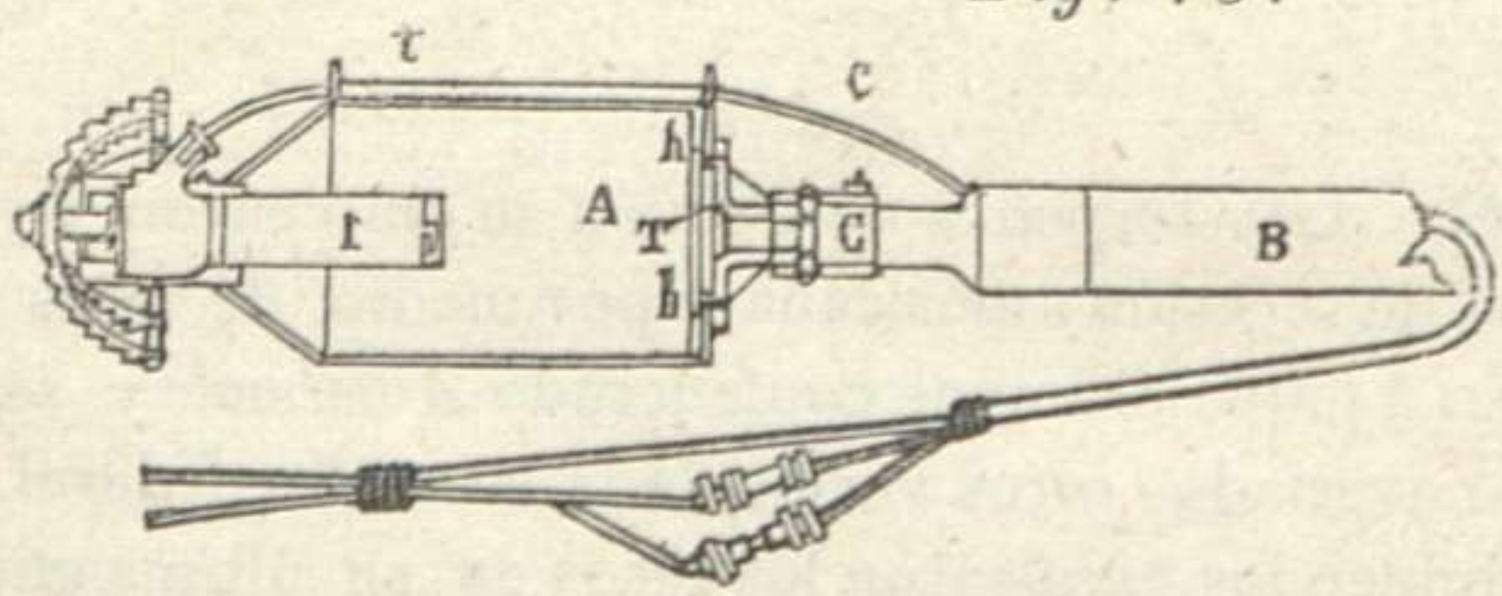
Desde que los torpedos Whitehead alcanzaron el gra-

do de perfección que hoy tienen, casi todas las marinas han dejado de emplear los de botalón, como arma principal y solo los conservan como auxiliares para armar con ellos las lanchas y botes de vapor de los buques mayores y en algunos torpederos antiguos.

Comparando ambos sistemas resulta que el Whitehead es una arma más perfecta que el torpedo de botalón, pero no por eso deben excluirse estos últimos, como algunos opinan, pues hay muchos casos en que podrán emplearse con más probabilidades de éxito que los primeros.

109. Torpedo de Mac-Evoy.—De los distintos modos de torpedos de botalón, uno de los más perfectos y que más se ha generalizado es el de Mac-Evoy representado en las fig. 70 y 70*a* en las que A es la envuelta

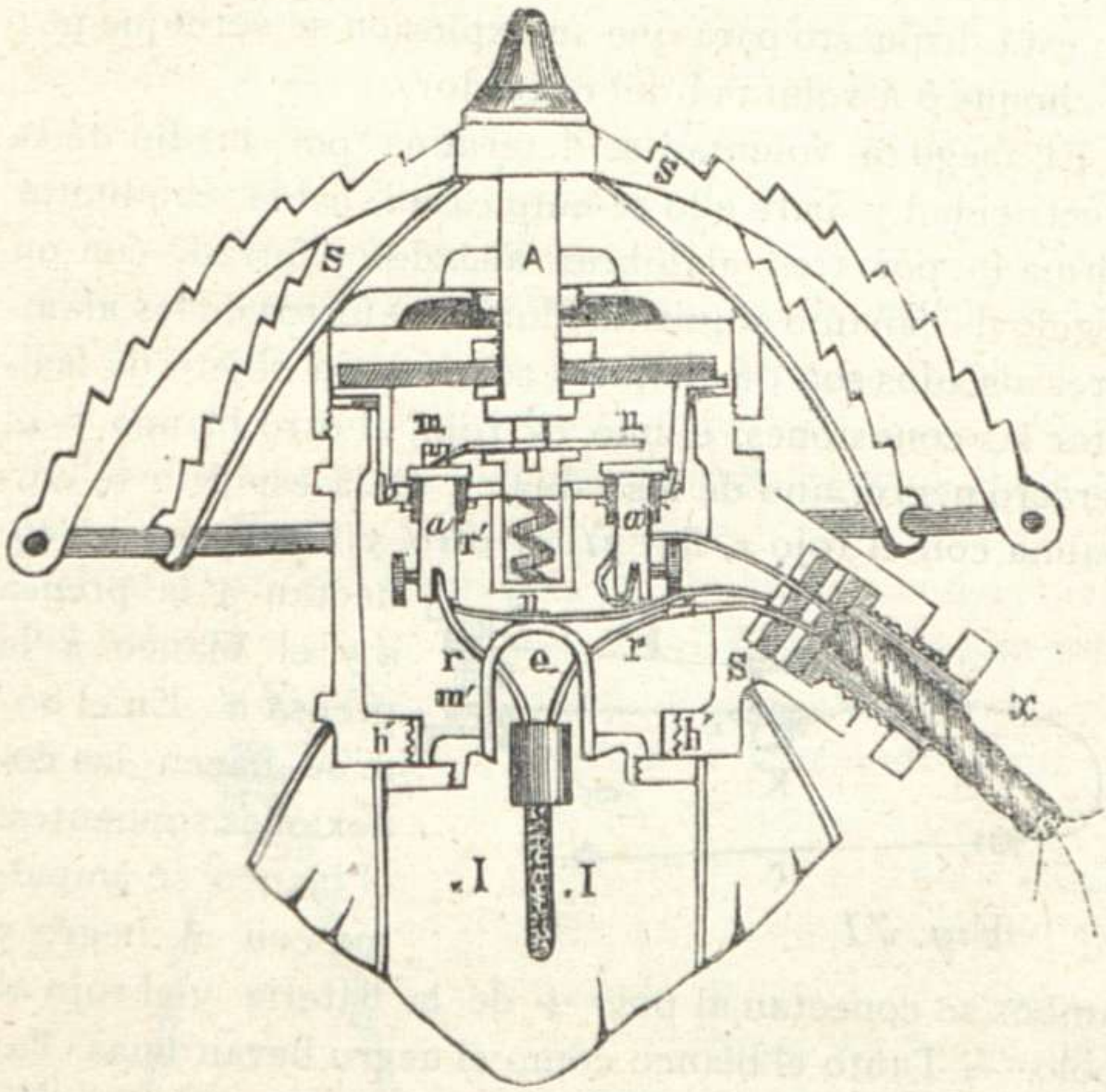
Fig. 70.



destinada á contener la carga explosiva, *t* un tubo por el cual pasan los conductores eléctricos, C una pieza de fundición en la que se introduce el botalón B; dicha pieza termina en un platillo T roscado en *hh* que se atornilla á la envuelta y por el agujero que deja al quitarlo es por donde se efectúa la carga. I es el tubo para la carga iniciadora, cerrado por una pieza de metal *m*, figura 70*a*, que tiene dos agujeros por los que salen los ramales de la espoleta *rr*; dicho tubo se introduce por el agujero de carga y se atornilla en *h'h'*; *bb* es otra pieza

de metal que lleva dos prensas *a a'* aisladas una de otra

Fig. 70a



y de la pieza *bb*. En comunicación con una de estas prensas se afirma una planchuela de metal *mn* mantenida en posición separada de la otra por el muelle *r'*. S es un sombrerete formado por vários arcos de hierro arponados unido por la varilla A á otra pieza de metal que se atornilla en la boquilla del torpedo. El objeto de este sombrerete es evitar la necesidad de que el choque del torpedo tenga lugar en dirección normal al costado del buque átacado, pues cualquiera de los arcos que reciba el choque lo trasmite á la varilla A, esta oprime la plan-

chuela *mn*, cede el resorte *r'* y se establece la comunicación eléctrica entre las prensas *aa'*.

CONEXIONES ELÉCTRICAS DEL TORPEDO. —Este torpedo está dispuesto para que su explosión se verifique por el choque ó á voluntad del operador.

El fuego á voluntad se determina por medio de la electricidad y para ello se emplea un cable conductor formado por tres alambres aislados y forrado con un tegido de cáñamo alquitranado. Los aforros de los alambres aislados son de distintos colores con objeto de facilitar las conexiones; el uno es rojo, el otro blanco y el tercero negro; uno de los ramales de la espoleta se empalma con el rojo *r*, fig. 71; el otro y el negro *n* se conectan á la prensa *a* y el blanco á la prensa *a'*. En el bote se hacen las conexiones siguientes: el blanco se empalma con el negro y ambos se conectan al polo + de la bateria y el rojo al polo —. Tanto el blanco como el negro llevan unas llaves por medio de las cuales puede tenerse el circuito abierto ó cerrado en ellas según se desee.

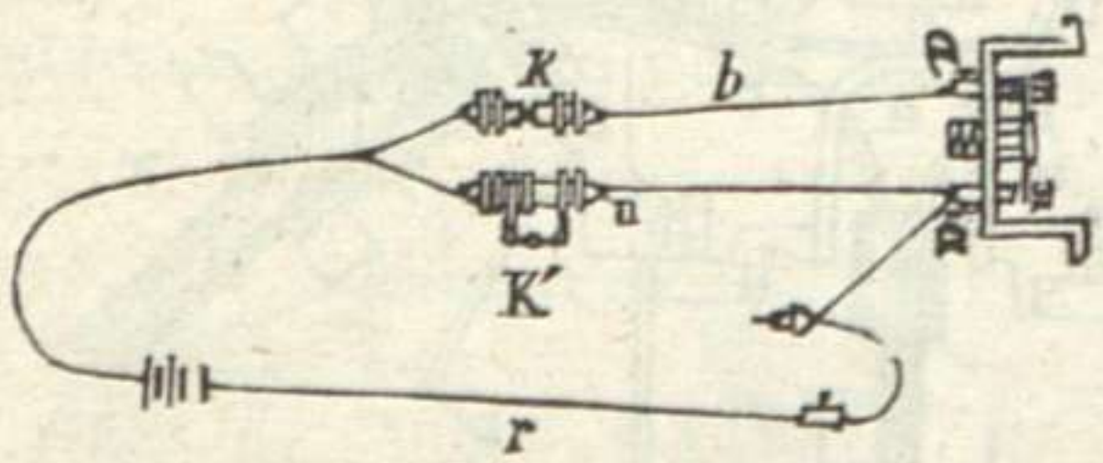


Fig. 71

Establecidas las conexiones del modo que indica el diagrama fig 71, si se quiere dar fuego á voluntad se cierra la llave K' en cuyo caso se formará el circuito siguiente: polo +... llave K'... alambre negro *n*... prensa *a*... espoleta... alambre rojo *r*... polo —; la espoleta se inflamará y tendrá lugar la detonación y para que esta se efectúe por el choque no habrá más que dejar cerrada la llave K y abierta la K' y cuando aquel tenga lugar, se establecerá la comunicación entre las prensas *a* y *a'* se formará el

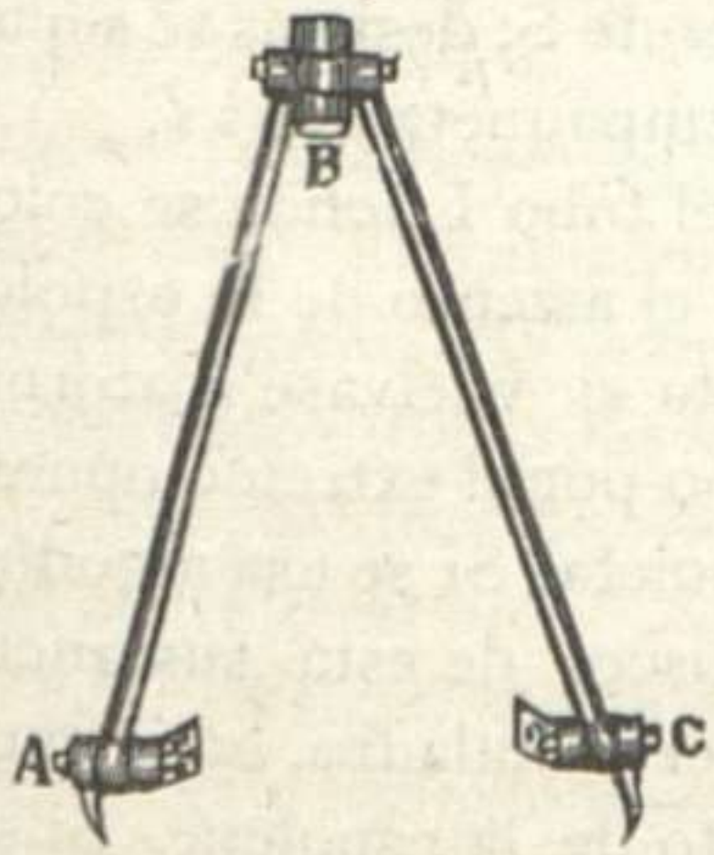
circuito siguiente: polo +... llave K... alambre blanco *b*... prensa *a'* prensa *a*... espoleta... alambre rojo *r*... polo — y la explosión tendrá lugar igualmente.

Con objeto de probar la continuidad del circuito á través de la espoleta, después de hechos los empalmes y las conexiones eléctricas, se hace uso del galvanómetro representado en la fig. 44 (*Electricidad*).

El botalón que se emplea con el torpedo de Mac-Evoy, se debe al mismo inventor; es de plancha de acero, formando un tubo ligeramente cónico y hecho rígido por medio de estais interiores perpendiculares al eje y formando una especie de escalera de caracol. Su longitud es de 12'2 m. y pesa 275 k.

Para llevarlo á la posición de ataque hay en la cubierta del bote un soporte ó tijera ABC, fig. 72, que gira sobre los puntos A y C y puede estar abatido ó levantado sobre cubierta. El botalón pasa por el collarin B de la tijera ABC y por un zuncho giratorio que hay en la proa del bote y un tope que tiene en la coz, impide que esta pase por el collarin.

Fig. 72



Para zallarlo, hay en la camareta del Comandante una pequeña máquina de dos cilindros que mueve un torno en el cual se enrolla un cabo de alambre que pasa por una roldana que hay en la proa del bote y va á hacerse firme al botalón á unos dos metros de distancia de su coz: al halar de este cabo por medio del torno, el botalón es arrastrado para afuera y al llegar el tope de la coz á la tijera, esta se levanta y pasando de la posición normal á la cubierta queda in-

clinada para proa y sujeta por dos vientos que tiene por la cara de popa. En esta posición el torpedo queda á unos 3'5 metros de inmersión y á 7'5 de distancia horizontal de la proa.

Para meter dentro el botalón no hay más que halar de otro cabo de alambre firme á la coz, lo cual se efectúa desde la cámara del Comandante por medio de la misma máquina que sirve para zallarlo.

La pieza de unión del botalón es de fundición para que se rompa al verificarse la explosión con objeto de que no sufra el botalón.

110. Instrucciones del capitan Mac-Evoy para el manejo de su torpedo de botalón.—Para preparar el torpedo para uso inmediato deberán seguirse las siguientes instrucciones:

1.ª Quítese la tapa T, figuras 70 y 70*a* de la abertura de carga y también el sombrerete S; después se separa la pieza *bb*, la tuerca *x* y las empaquetaduras *s*.

2.ª Destornillese y sepárese el tubo I donde se coloca la carga iniciadora, así como el asiento de la espoleta *m'* y colóquese en él la espoleta *e*; vuélvase á atornillar la pieza *m'* y cárguese el tubo por el extremo opuesto al en que está colocada la espoleta. Si se usa algodón pólvora, se carga el tubo con discos de esta sustancia seca, uno de los cuales debe tener un taladro, en el centro del cual se introduce el tubito de la espoleta. Si se usa dinamita ó pólvora ordinaria será necesario cargar el tubo con la misma sustancia que la de la carga del torpedo.

3.ª Una vez cargado el tubo que lleva la carga iniciadora se atornilla en su sitio; (*) después se carga el

(*) Antes se tapa perfectamente y conviene darle algún chapa-

torpedo por la abertura de carga *hh* y por último se atornilla fuertemente la tapa T.

4.ª Introdúzcase el cable *c*, por el tubo *t* y sáquese fuera el extremo que entra en el torpedo colocando en el lugar correspondiente la tuerca *x* y las empaquetaduras metálicas y de goma *s*, teniendo la precaución de colocar las de goma entre las metálicas; enseguida atorníllese fuertemente la tuerca *x* sobre las empaquetaduras dejando que los extremos de los alambres, lleguen desahogadamente hasta la cabeza del torpedo para que se puedan hacer fácilmente los empalmes.

5.ª Conéctese el alambre cubierto con cinta blanca con la prensa *a'*, el cubierto con cinta negra y un ramal de la espoleta á la prensa *a* y el otro ramal de la espoleta empálmese con el conductor forrado de cinta roja; hechos los empalmes se adujan enseguida en el espacio *rr*.

6.ª Después de colocada en su sitio la pieza de contacto *bb*, se atornilla en el lugar correspondiente el sombrerete S. Cuando la tuerca *x* y el sombrerete S están atornillados, todas las aberturas de la cabeza del torpedo se encuentran tapadas y por consiguiente el interior del aparato estanco.

7.ª Enseguida que el torpedo está listo con espoleta, carga y conexiones, se asegura á la espiga del botalón por medio de tornillos; se pasa el cable á lo largo del botalón por su interior si es de acero y está preparado para ello, ó se amarra á intérvalos sobre él si fuese de

---

pote ó composición impermeable en las uniones para evitar que entre agua. Esta composición se dá generalmente en caliente. pero es preciso tener cuidado de que su temperatura no llegue á la de inflamación del algodón pólvora. N. del A.

madera; el extremo del cable se lleva al sitio donde esté la batería y los alambres en que termina se unen á cada uno de los polos.

8.ª El galvanómetro (*) puede introducirse en el circuito temporalmente para hacer la prueba ó dejarlo introducido de un modo permanente, debiendo en todo caso conservarlo cerca de la batería. Debe tenerse cuidado de dar vueltas á la pequeña esfera del indicador de modo que señale la aguja á la palabra *(testing)* pruebas y después dejarle otra vez señalando á la de *(firing)* fuego (**).

9.ª Para desconectar el mecanismo para dar fuego por el choque se desatornilla la llave K'.

10. Para dar fuego á voluntad quítese la llave de seguridad y comprímanse los dos extremos de la llave de fuego.

11. Si fuera necesario alargar el cable ó los conductores entre la batería y el torpedo, deberá hacerse por el extremo del cable que está cerca de la batería (***).

111. Torpedos de botalón en las lanchas y botes de vapor de los buques. En la marina de guerra inglesa y en la de otras varias naciones, las lanchas y primeros botes de vapor se hallan preparados para instalar en ellos los torpedos de botalón. La dis-

---

(*) Electricidad 113.

(**) El galvanómetro no debe tenerse en la cubierta del buque al hacer la prueba, sino en la camareta del Comandante y en sitio seco, porque podría entrar agua, cerrarse el circuito sin pasar por el carrete de resistencia y producirse la explosión. (N. del A.)

(***) Las anteriores instrucciones fueron traducidas del Inglés y publicadas en la Revista de Marina por el Excmo. Sr. D. José Carranza, Contra-almirante de la Armada.

posición adoptada para este objeto en Inglaterra, es la que representa la fig. 73.

AA. Lancha de 12'7 m. de eslora.

d. Cubierta de lona del castillo.

b. Botalón guarnido dentro de la lancha.

c. Pescante y guía del botalón.

d. Estay.

l. Botalón guarnido y zallado.

g. Horquilla y zuncho de proa.

h. Horquilla de popa.

i. Driza de la coz.

k. Cargadera de la coz.

l. Conductor eléctrico.

m. Plancha de tierra.

b Horquillas en las que descansan los botalones cuando no se van á emplear.

Todos estos botes se preparan de modo que las máquinas y el timón se puedan maniobrar, é izarse y zallarse el botalón á la posición conveniente, bajo la protección de una plancha de acero en forma de concha á prueba de tiro de fusil.

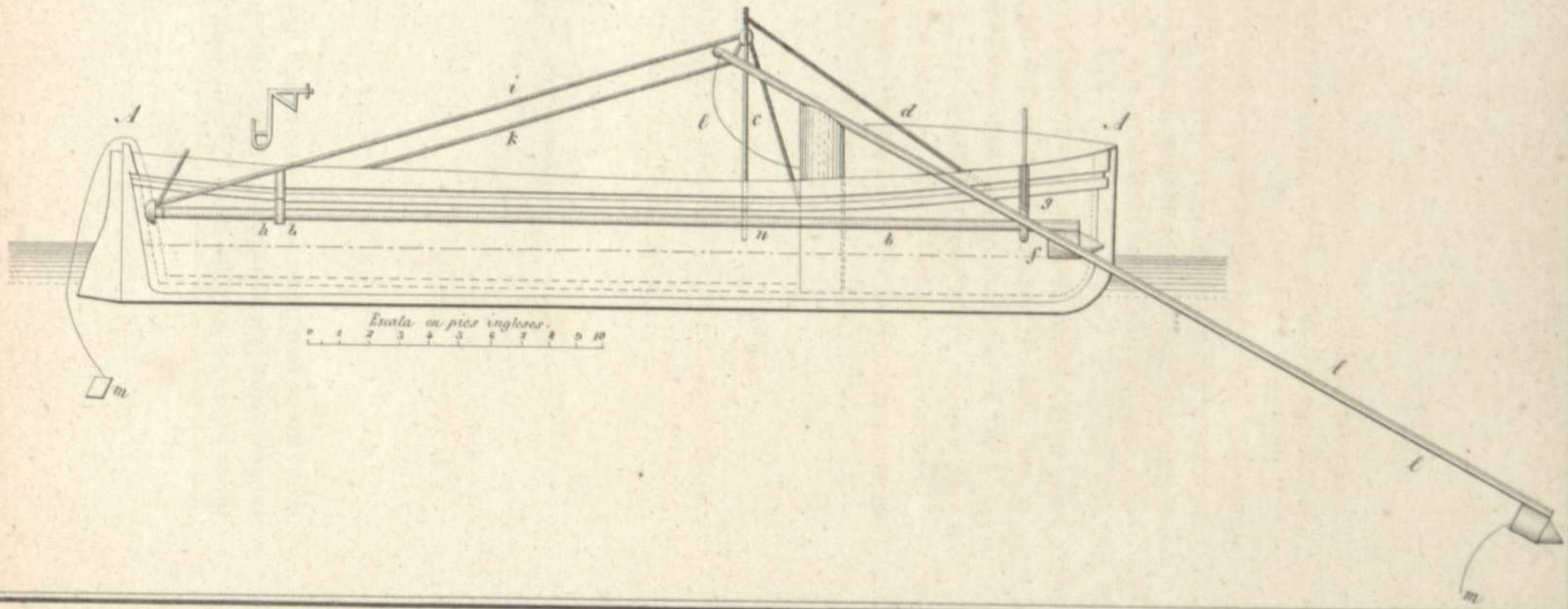
El botalón debe ir descansando sobre las horquillas *b* hasta tanto que no se vaya á entrar en el límite del alcance del tiro de fusilería del enemigo.

Para disponer el torpedo para el ataque, se saca el botalón de las horquillas *b* y se arría sobre el medio zuncho de proa *g* teniendo cuidado de cerrarlo; después se va izando la coz del botalón hasta que llegue á besar á la parte alta de la barra y para que no se corra para popa por dentro de estas guias, lleva en la coz una paja que lo atraviesa.

Después de esta maniobra el torpedo deberá quedar sumergido unos 3 metros y á una distancia horizontal

de la proa del bote de unos 5'5; en esta posición se ha probado que la explosión de una carga de 45 k. de pólvora, no es peligrosa para la dotación del bote.

Fig. 73.



DÉCIMA CUARTA CONFERENCIA.

*TORPEDOS DE REMOLQUE.
TORPEDOS DE CORRIENTE.—TORPEDEROS.

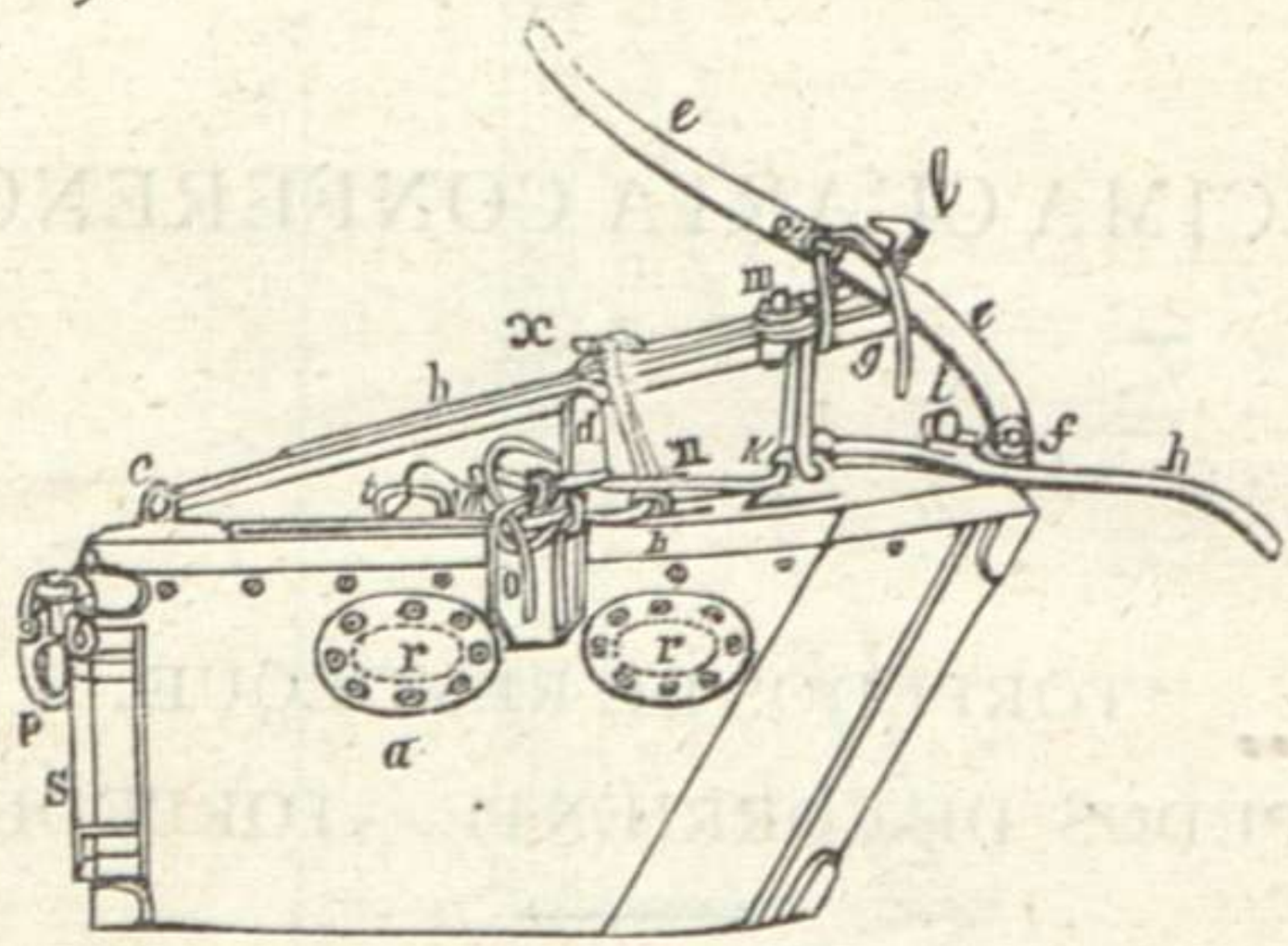
112. Los malos resultados obtenidos con esta clase de torpedos en los ataques de los torpederos rusos contra los buques de la escuadra turca en la última guerra entre ambas naciones, sirvieron para probar el poco valor de estas armas que desde su aparición fueron miradas con cierta prevención por los oficiales de Marina.

En la actualidad ninguna nación los emplea como arma principal, pero conviene sin embargo conocerlos porque en España existe algún material de esta clase que podria utilizarse como auxiliar en caso de guerra.

El primer torpedo de esta clase fué el ideado por el Comodoro de la marina inglesa Mr. Harvey en 1869;

desde aquella fecha se han hecho en él algunas modificaciones pero únicamente describiremos el último modelo, que es el representado en la fig. 74. *a* es la envuelta

Fig. 74



del torpedo formada de metal de Muntz (*); *rr* son dos agujeros por los que se efectúa la carga y después se tapan con planchas sujetas con tornillos; esta disposición permite estivar la carga con rapidez y comodidad; *d* es la baqueta que provoca la explosión del modo que después se dirá; *b e h* y *l*, son cuatro palancas que se disponen de modo que al recibir un choque cualquiera de ellas, haga bajar la baqueta; la primera ó principal *b*, bisagrada en *c*, obra directamente sobre la baqueta encajando en una canal que hay en su cabeza y las otras tres se disponen de modo que puedan trasmitirle cualquier choque ó presión que experimenten, lo que se consigue ligándolas á la principal del modo que indica la figura; *e* es la palanca delantera giratoria en *f* que en-

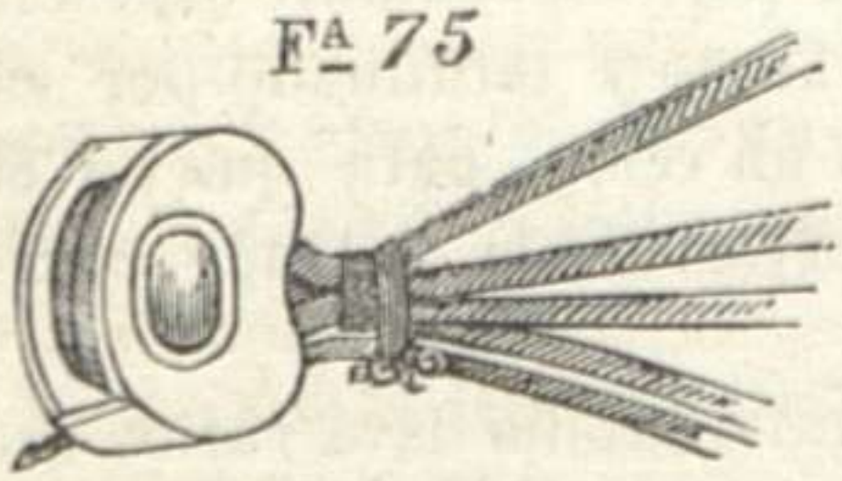
(*) Aleación de 1'5 de cobre y 1 de zinc.

caja en la cabeza de la principal, y queda mantenida en la posición de la figura por medio de dos cabitos delgados que firmes á ella en *e*, se trincan á una especie de cáncamo que hay en la caja del torpedo *k*; *h* es la palanca de costado que gira en *i* y ejerce presión sobre la baqueta por medio de una rabiza que pasa por el cáncamo *k* y por dos agujeros que hay en la palanca principal; *l* es la palanca de cabeza, giratoria en *m* la cual trasmite la presión á la baqueta por medio de otra rabiza que pasa por el cáncamo *n* y por los agujeros *x* de la principal; *o* y *t* son dos asas á las que se amarran las rabizas de las palancas *h* y *l*; P son unas argollas para pasar por ellas el orinque de la boya; y S un timón cuyo objeto es hacer que continúe la tendencia del torpedo á divergir, aun cuando se lasque de repente el cabo de remolque.

De esta clase de torpedos se hacen dos modelos que no se diferencian más que en el tamaño; el pequeño es capaz de contener una carga de 15 k. de algodón pólvora y el grande puede contener de 26 á 27 k.

El pié de gallo para el remolque, fig. 75, está formado por dos cabos de cáñamo escogido, pasados por un guardacabos de hierro y su seno asegurado á él de modo, que aunque se afloje la ligada no se puedan zafar; los chicotes de las cuatro pernadas se amarran á unos cáncamos colocados en los ángulos de la cara del torpedo que queda hácia el buque, al ser remolcado.

Fª 75

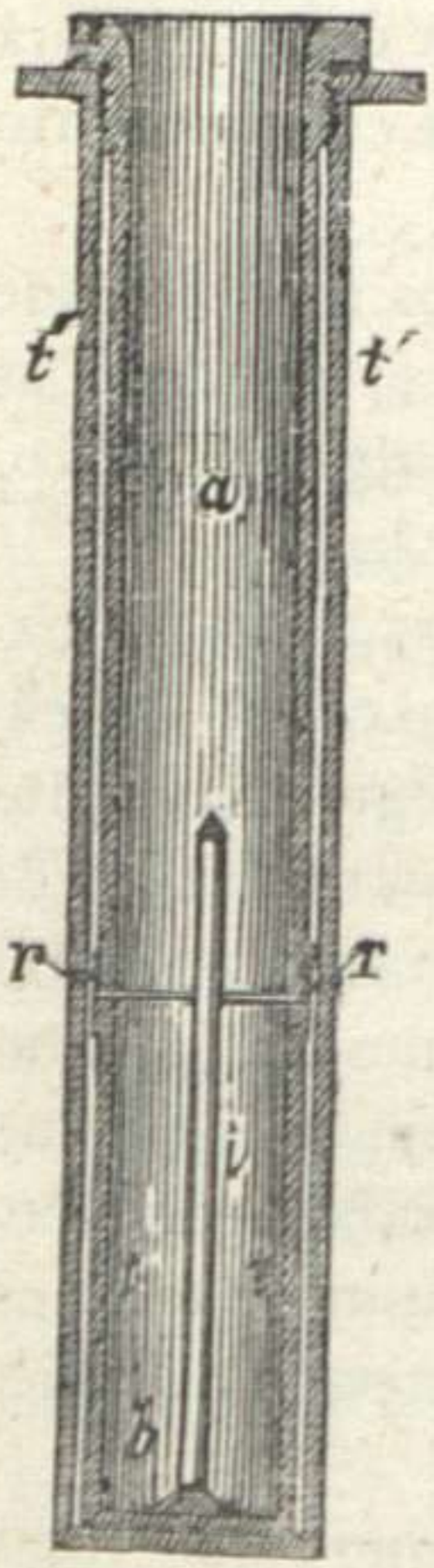


Las pernadas deben prepararse de manera que tesas á lo largo del torpedo, sobresalga el guardacabos 0'3 m.

próximamente de la parte anterior ó roda en los grandes y 0'2 metros en los pequeños; además deben arreglarse de modo que al tesarlas por igual, quede el guardacabos al nivel de los cáncamos altos y en esta disposición la pernada superior de proa debe formar un ángulo de 80 á 85° con la cara del torpedo. Se ha probado prácticamente que esta disposición es la que dá la mayor divergencia con el menor esfuerzo del remolque á las velocidades usuales.

BAQUETAS. – Fijo á la cara superior del torpedo y en el interior de este hay un tubo de metal *t'*, fig. 76, cerrado por su parte inferior; en este entra otro *t* dividido en dos partes *a* y *b* unidas á rosca *r*, la inferior está cerrada por su parte baja y en ella hay fijo un estilete de acero *i* de punta afilada; este segundo tubo después de introducido en el primero se asegura á rosca á una boquilla que hay en la cara alta del torpedo y en él entra la baqueta que consiste, fig. 77, en un perno ó cabilla de hierro, hueco pero de bastante espesor, abierto por abajo y terminado por su parte alta en un rebajo para que en él encaje el nervio de la palanca principal.

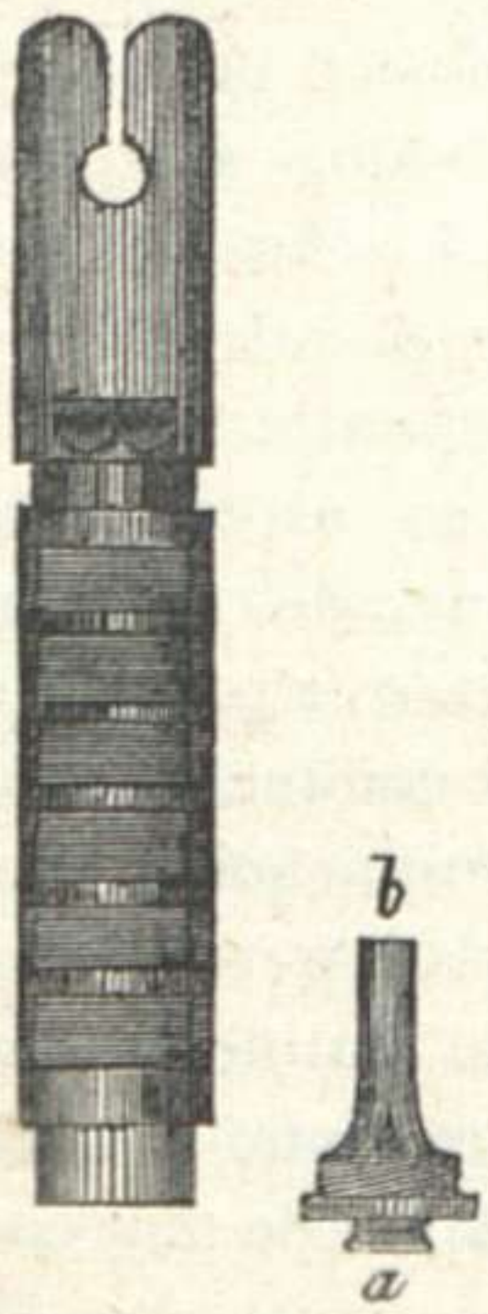
Fig. 76.



Dicho perno ó cabilla lleva vários rebajos en los cuales se forma una empaquetadura con vueltas de hilo ó estopa; el objeto de estas empaquetaduras es que las baquetas entren con presión en la caja del torpedo y no permitan que el agua pase.

Las baquetas pueden disponerse de dos modos según se quiera que la explosión se verifique mecánicamente ó por medio de la electricidad.

Fig. 77



En el primer caso se atornilla en el fondo de la baqueta una pieza metálica *a b*, cuya parte inferior *a* está ahuecada y en este hueco lleva una capsulita de cristal llena de ácido sulfúrico y rodeada de una mezcla de clorato de potasio y azúcar y vá tapado con un papel de pergamino que se asegura con unas vueltas de hilo á una boquiila que lleva dicha pieza para evitar que se caiga la cápsula y la mezcla; *b* es un tubo que comunica con la parte *a* donde vá la cápsula el cual va lleno de polvorín y tiene vários agujeros en la parte superior.

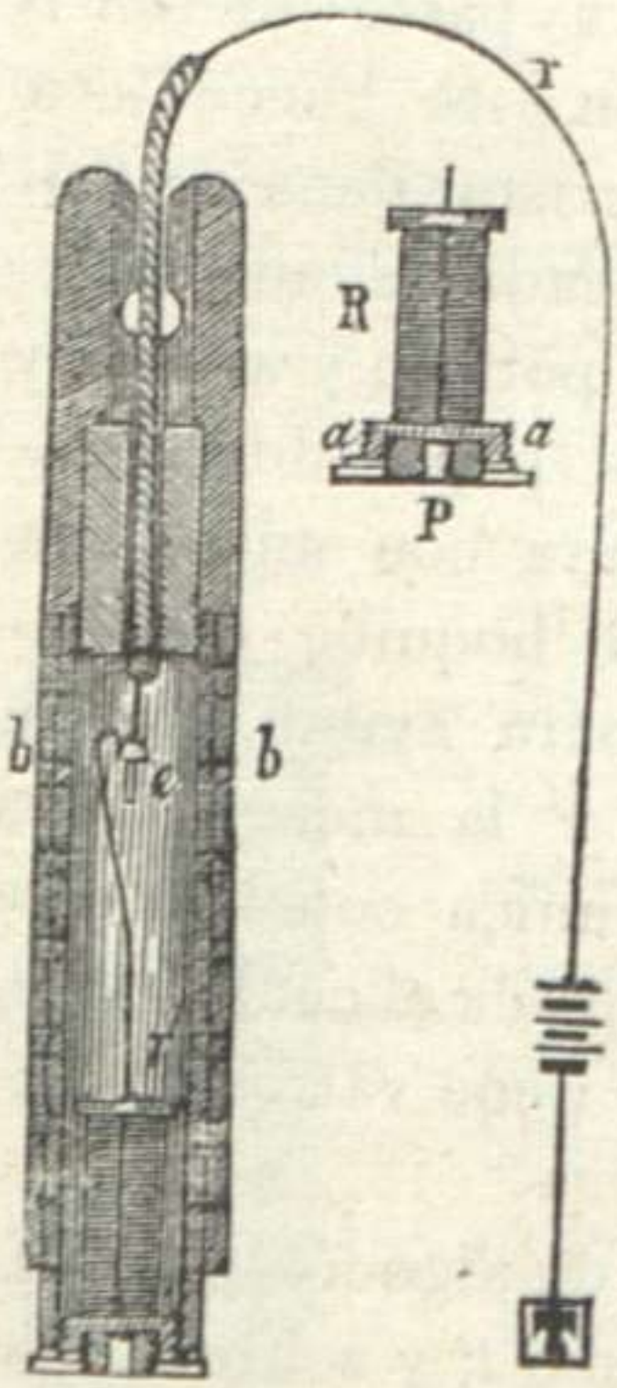
El interior de la baqueta se llena de algodón pólvora, lo mismo que la parte inferior del tubo *t*; y sobre el que vá en este, se colocan unos discos de amianto y tres espoletas detonantes que atraviesan los expresados discos por unos taladros que tienen para ello y comunican con el algodón pólvora.

Colocada la baqueta en su sitio, en el momento que sea empujada para abajo por efecto de un choque, el estilete *i* romperá la cápsula qne contiene el ácido sulfúrico, la mezcla de clorato y azúcar se inflamará y comunicará el fuego al algodón pólvora de la baqueta y á las espoletas, estas harán detonar la carga iniciadora del tubo *t* y la explosión del torpedo tendrá lugar.

Los discos de amianto se ponen para evitar que el algodón pólvora se inflame antes que las espoletas, porque de ser así, podría arder sin detonar.

Para dar fuego por medio de la electricidad, se disponen las baquetas de modo que la explosión pueda tener lugar por el choque á voluntad del operador. La fig. 78 podrá servir para comprender el modo de conseguirlo; en la baqueta *bb* se introduce una espoleta de hilo de platino *e*, uno de cuyos ramales *r* sale al exterior para poder conectarlo al conductor que se emplee en comunicación con la batería y el otro se suelda á una planchuela de platino P que está en contacto con uno de los extremos del alambre de un carrete de 20 ohms de resistencia R; este carrere se atornilla en el fondo de la baqueta y el extremo libre del alambre que lo forma se suelda á una arandela metálica *a* que vá sobre la base del carrete, que es de ebonita, de modo que al atornillar este, dicha arandela queda en contacto con la baqueta y por consiguiente en comunicación con el mar cuando el torpedo esté en el agua.

Fig. 78.



La planchuela de platino P, está en la parte inferior del carrete; de modo que al poner la baqueta en su sitio queda enfrente del estilete de acero *i*, fig. 76. La espoleta se rodea de algodón pólvora y la parte inferior del tubo *t* se prepara del mismo modo que en la baqueta mecánica.

Dispuesta la baqueta de este modo, para dar fuego á voluntad, el conductor conectado al ramal de la espoleta se pone en comunicación con el polo positivo de una batería, que tenga el negativo en comunicación con el mar y que sea capaz de inflamar la espoleta á través del carrete de resistencia, y en el momento de cerrar el circuito tendrá lugar la explosión.

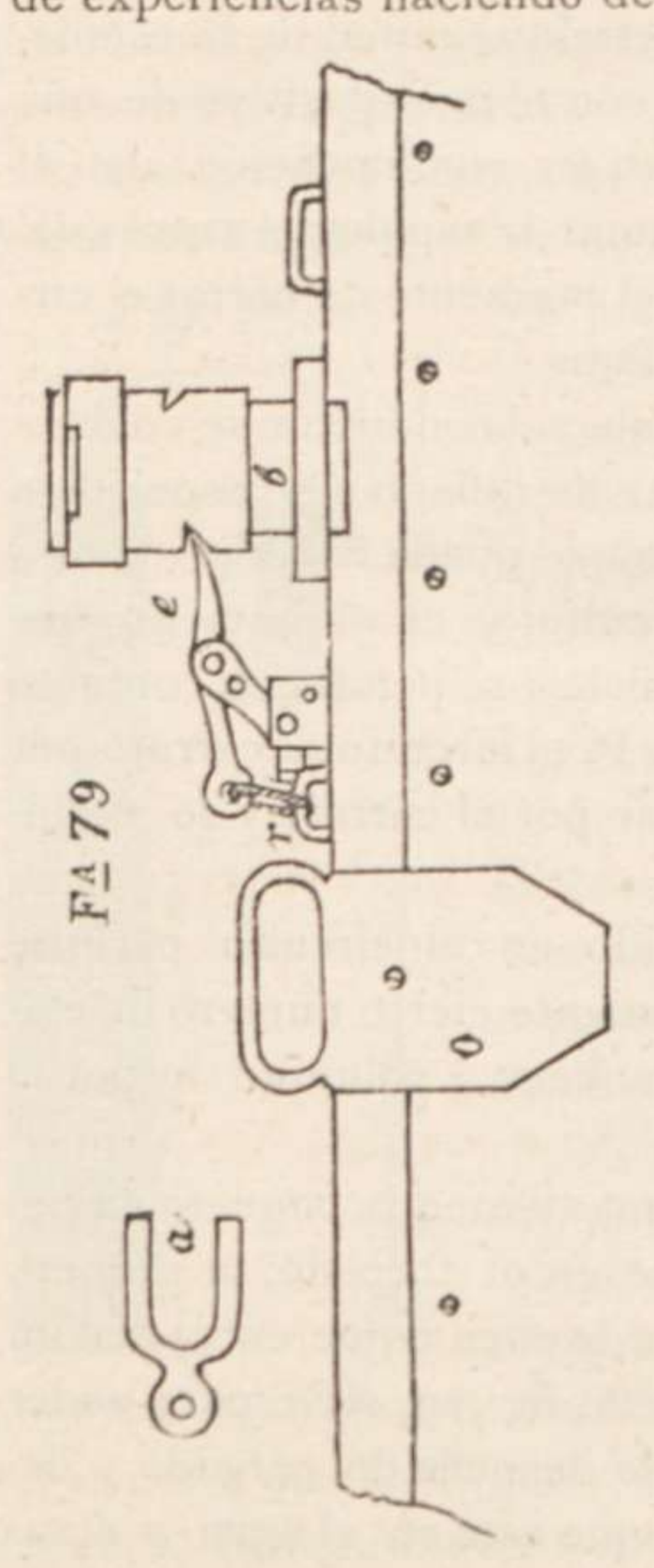
Para dar fuego por el choque, el conductor se conecta á una bateria que sea incapaz de inflamar la espoleta á través de la resistencia, pero que pueda hacerlo cuando aquella desaparezca del circuito; y en el momento que tenga lugar el choque, el estilete *i* se pondrá en contacto con la planchuela de platino P, el circuito se cerrará por el mar sin necesidad de pasar por el carrete y se verificará la explosión.

Un conmutador introducido en el circuito permite tomar toda la bateria ó solamente cierto número de elementos según se quiera dar fuego á voluntad ó por el choque.

,Dos llaves de seguridad mantienen la baqueta en posición cuando se introduce en el torpedo; la primera consiste en una horquilla de bronce *a* que encaja en un rebajo circular *b* de la baqueta, fig. 79, sirve para poder manejar sin riesgo el torpedc después de cargado y debe retirarse en el momento que esté en el agua y desatracado del costado.

La segunda consiste en una chaveta giratoria *e*, uno de cuyos extremos apoya en un rebajo de labaqueta y el otro se trinca á un cancamito *r* situado en la cara alta del torpedo por medio de un hilo de vela de modo que mientras este no se rompa, la baqueta no podrá bajar. El número de vueltas que debe darse á la trinca depende de la clase de hilo y debe determinarse por medio

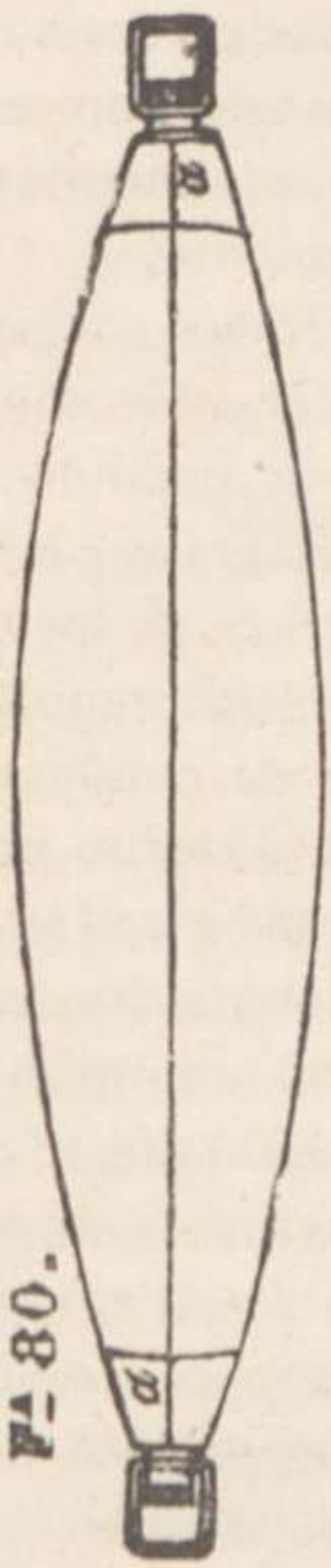
de experiencias haciendó de modo que lo rompa un choque fuerte, pero no los choques pequeños tales como los estrechonazos del remolque.



Boyas.—Se emplean estas para dar flotabilidad al torpedo y poder dirigirlo convenientemente en los ataques. Antiguamente se usaban dos con cada torpedo pero ultimamente solo se empleó una. Son de corcho compacto, fig. 80, y van atravesadas longitudinalmente por un tubo de hierro galvanizado en cuyas extremidades entran á rosca unos casquetes pequeños de madera *a* que comprimen los trozos de corcho y le dan solidez al conjunto; los extremos de dichos tubos salen un poco al exterior y términan en unos grilletes que sirven para afirmar el orinque.

El orinque que es un cabo de cáñamo de 46 m|m, tiene una gaza en el chicote próximo al torpedo á la que se asegura el cabo de remolque por medio de una vuelta de escota; el otro chicote termina en un rabo de rata y se pasa por una ú otra de las argollas de la parte posterior del torpedo según se vaya á operar en mucha ó po-

ca profundidad; en el primer caso, se pasará por la grande y en el segundo por la pequeña, para evitar que la vuelta de escota que une el remolque con el orinque, pase por ella al lascar el remolque, porque siendo poca la profundidad podría suceder que al efectuar esto, el torpedo chocase contra el fondo y se destrozasen las palancas ó se produjese la explosión. Después de pasado el remolque por una ú otra de las argollas citadas, se asegura al grillete del tubo de la boya.



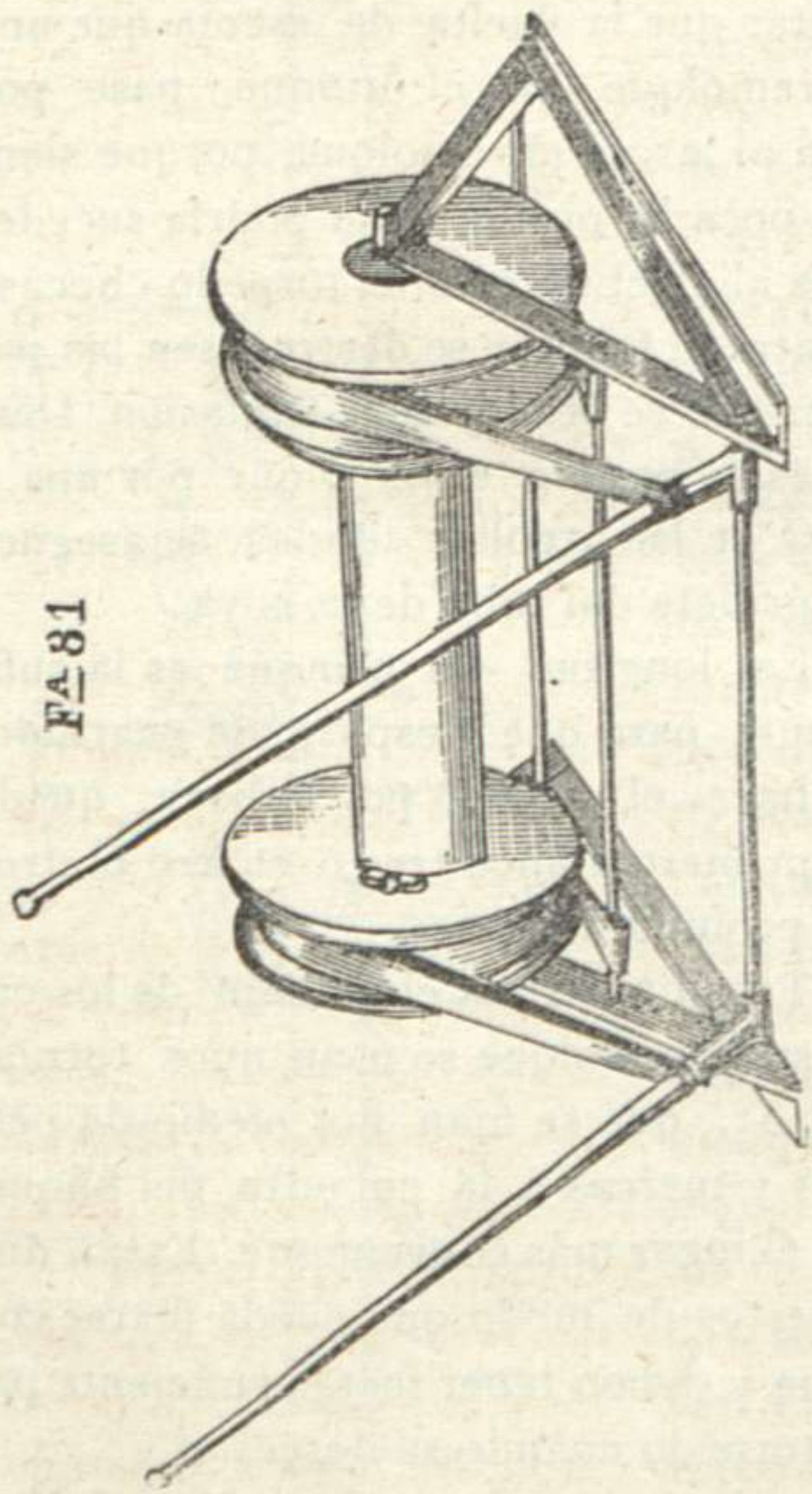
La longitud del orinque es la suficiente para que después de guarnido, al hacer el torpedo por la boya, quede el primero á unos tres ó cuatro metros de profundidad.

Tornos.—Para el manejo de los cabos de remolque se usan unos tornos, fig. 81, que se fijan por medio de pernos y tuercas á la cubierta del buque, en el lugar más conveniente. Están dispuestos de modo que pueda filarse con facilidad el remolque y deben tener fuerza suficiente para poder cobrar el torpedo cuando se desée.

El éxito en los ataques, depende en gran parte del hábil manejo de los tornos, porque unido á las boyas facilita al operador el dar al torpedo la profundidad conveniente, en el momento del choque.

Los tornos tienen uno ó dos frenos, los cuales se manejan por medio de palancas y consisten en dos correas, que rodean á unos tambores de madera, que lleva el carretel en sus extremos y permiten pararlo cuando se

desée. La superficie del tambor que está en contacto con las correas, se espolvorea con resina, para aumentar el rozamiento.



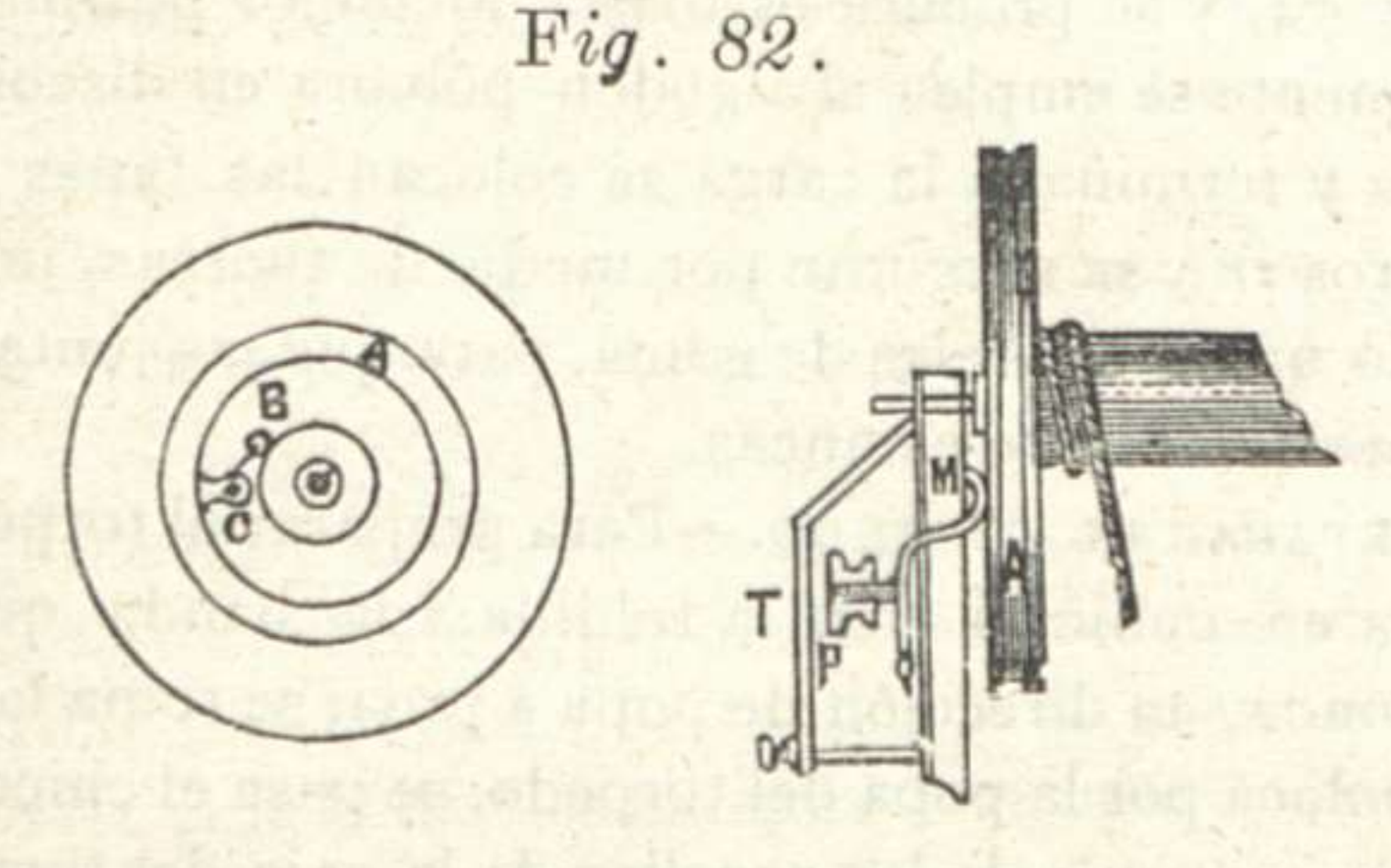
FA 81

Para las conexiones del cable con la batería (cuando se emplean torpedos eléctricos en los que el cable de remolque sirve de conductor) lleva el torno en la superficie exterior de uno de los tambores, un anillo de bronce A, fig. 82; al empezar á enrollar el cable en el carretel, se coge el chicote y se le quita la armadura y el dieléctrico en una longitud de un decímetro próximamente, se pasa de dentro para afuera por el agujero B y se asegura á la prensa C, que está en comunicación metálica con el anillo A.

En el armazón del torno hay un muelle metálico M, que consiste en una planchuela de latón encorvada, que asegura un contacto bastante bueno con el anillo en todo el giro del carretel. Este muelle está en comunicación con una prensa P, á la que se conecta el polo positivo de

la batería de fuego; dicha prensa queda dentro de una caja de madera cuya tapa es T, la cual lleva también en

Fig. 82.



su interior, otra prensa aislada por una pieza de ebonita, donde se afirma el polo negativo y el conductor que vá á la plancha de mar.

Cables.—Con los torpedos mecánicos se emplea para remolque un cabo de cáñamo alquitranado, aunque sería mejor que fuese de abacá, y con los torpedos eléctricos se emplea un cable de acero, cuya alma es un conductor compuesto de 5 ó 7 alambres de cobre ligeramente colchados y aislados con goma ó guttapercha.

Los cables se enrollan en los carreteles y se pasan, antes de guarnirlos al torpedo, por el número de retornos que sean necesarios eu la cubierta, y en el palo mesana, se dispone una verga, de modo que quede á 6 ó 7 metros de altura sobre el nivel del mar y se pasa el remolque por un motón hecho firme á una raca que corra por ella, mandada por dos cabos con retornos en la cruz y en el penol. En los buques grandes, pueden utilizarse también los pescantes de los botes si quedan á la altura conveniente.

Cargar los torpedos.—Al describir las baquetas,

hemos dicho el modo de colocar la carga iniciadora. La carga del torpedo, se introduce por las puertas laterales *rr*, fig. 74, y se procura estibarla lo mejor posible. Generalmente se emplea el algodón pólvora en discos ó ladrillos y terminada la carga se colocan las tapas en los agujeros *rr* y se aseguran por medio de tuercas, interponiendo unas arandelas de goma, para que las juntas queden perfectamente estancas.

PREPARAR EL TORPEDO.—Para preparar el torpedo, se coloca en cubierta ó en la toldilla á la banda que corresponda, en dirección de popa á proa; se toma la boya, y se coloca por la popa del torpedo; se pasa el chicote del orinque por una de las argollas de la caja del torpedo y se asegura al grillete del tubo de la boya.

Suponiendo el torpedo cargado, se toma una baqueta de las cajas y se introduce en el tubo de la envuelta del torpedo hasta que quede detenida por la llave de seguridad *a*, fig. 79, que debe presentarse al empezar á introducir la baqueta. En esta posición, se coloca la segunda llave de seguridad de modo que apoye en el rebajo que tiene la baqueta, y el otro extremo de dicha llave, se trinca al cáncamo *r*, con el número de vueltas de hilo de vela que se haya determinado según se quiera que el esfuerzo que resista sea mayor ó menor, pero en general bastarán de 6 á 10 si es hilo de vela ordinario.

Enseguida se colocan las palancas en el torno y se disponen como se ha explicado.

El cable de remolque se pasa por la pasteca de cubierta y moton de la verga, y después por el guardacabos del pié de gallo del torpedo, y si la baqueta de este es electrica, se deja el chicote suficiente para que al trabajar á remolque no lo tese, y se asegura á la gaza del orinque con una vuelta de escota (si el torpedo es mecánico

la vuelta de escota se dá con el chicote); después se pasa el cable por una mordaza colocada á popa, en la cara alta del torpedo, cuyo objeto no es más que el evitar que por cualquier concepto, pueda trabajar el cable eléctrico de la baqueta y por último se le hace un empalme con el conductor de esta última.

En esta disposición se pone en el carretel el que deba dirigir la maniobra y la gente necesaria en los manubrios, y virando de ellos, se suspende el torpedo hasta que quede franco por encima de las batayolas, nérvios del toldo ó cualquier otro obstáculo; se desatraca halando del cabo de penol de la raca y se pone la gente necesaria para evitar los choques contra el costado; enseguida se aguantan los frenos, para mantener el torpedo suspendido, se quitan los manubrios y se vá arriando poco á poco. En cuanto desatraque del costado, se zafa la primera llave de seguridad *a*, fig. 79, tirando de ella por medio de una piola (*) y se sigue arriando poco á poco.

Para saber la longitud del remolque que se ha filado, conviene que el cable tenga marcas de 20 en 20 metros.

La mayor divergencia que es de 45°, se obtiene con una longitud de remolque de 90 á 100 metros. Si esta aumenta, el seno del remolque sumerge la proa del torpedo.

Como puede ocurrir con frecuencia, que al estar el torpedo en el agua estorbe para la maniobra, habrá necesidad en algunos casos de picar el remolque y el torpedo podrá ó no recobrarse según se hubiese pasado el orinque de la boya por la argolla chica ó por la grande

(*) Los primeros modelos tenían otro torno pequeño para esta llave.

de su popa. Si se desea recobrarlo á pesar de haber pasado el orinque por la argolla grande, se trinca un cazonete al remolque por la cara de popa del motón de la verga y se podrá cobrar por el orinque; pero en general es preferible perder el torpedo y no intentar recobrarlo.

Recoger el torpedo.—Dos casos pueden presentarse en que haya necesidad de practicar esta operación; que no se haya hecho uso del torpedo y se desée recogerlo desde abordo ó que por haber picado el remolque, se tenga que recoger después.

En el primero, si la baqueta del torpedo es eléctrica, no habrá más que armar los manubrios del carretel y cobrar remolque, teniendo cuidado de desconectar antes la batería.

Si la baqueta es mecánica, hay que tomar más precauciones y es necesario arriar un bote para que pase la llave de seguridad, fig. 79, en cuanto el torpedo esté en la superficie, y á pique del remolque, y al estar en cubierta se le quita la baqueta, la cual se coloca en su caja.

Para cobrar los torpedos, es preciso parar la máquina y por eso es preferible en un combate el perderlos.

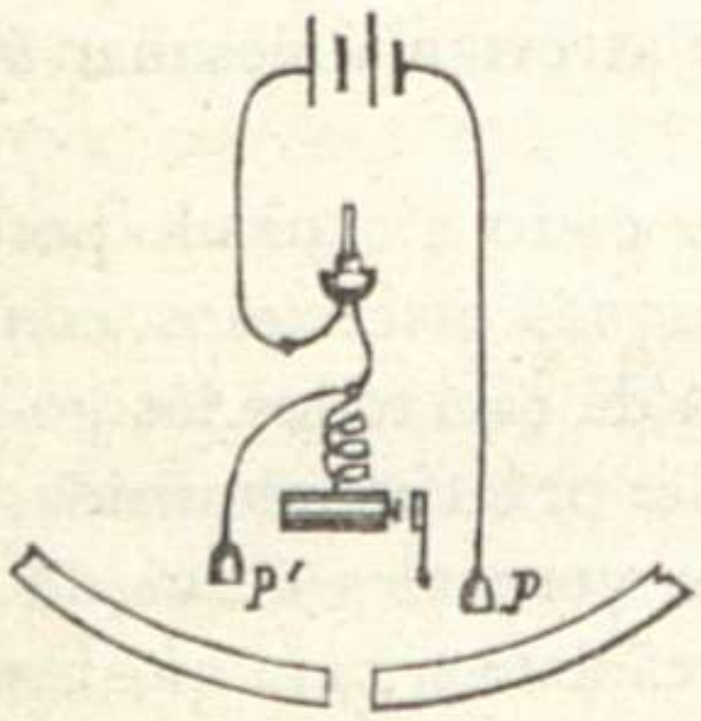
Modo de usar el torpedo.—Se lleva el torpedo á remolque y se gobierna á pasar próximo al buque que se trata de atacar, y en el momento preciso, se dá un lascón de pronto al remolque, con lo cual el torpedo se sumergirá y luego se aprieta el freno para que al subir, choque contra los fondos del buque enemigo.

113. Torpedos de corriente.—En la guerra de secesión americana, se emplearon diferentes modelos de torpedos de esta clase, la mayor parte de ellos muy imperfectos, ninguno de los cuales se emplea en la actualidad, por lo que nos parece inútil el consignar su descripción.

Torpedos de corriente L. Clarck.—Es un torpedo esférico de fundición, semejante á los descritos (69). Vá suspendido de su flotador y se deja ir á son de corriente, contra los buques ú obstáculos que se tratan de destruir.

Su mecanismo de inflamación es en principio el que representa la fig. 83. Dentro del torpedo, vá la batería de fuego compuesta de dos elementos Leclanché herméticamente cerrados: uno de sus polos, comunica con un ramal de la espoleta y el otro ramal de esta, con el disco aislado del cerrador (55); los muelles de contacto comunican con la envuelta. Del otro polo de la pila, parte un conductor que termina en una plancha aislada P, de modo, que aunque el cerrador funcione, queda interrumpido el circuito entre ella y la envuelta. Esto es lo que constituye la seguridad mientras se maneja el torpedo; pero una vez lanzado, el agua penetra poco á poco por unos agujeros apropósito, y cuando llega á la plancha, desaparece dicha solución de continuidad, quedando solo la del cerrador, de modo que el torpedo estallará si este funciona por la acción de un choque.

Fig. 83



Cuando se lanza en sitios de marea, para precaver el que al cambio de estas, el torpedo pudiera chocar contra quien lo lanzó, y en general para evitar que constituya un peligro permanente si yerra el blanco, hay una segunda plancha *p'* más alta que la primera y se completa el circuito sin pasar por el cerrador.

Estos torpedos no parece que han de tener gran apli-

cación en la práctica, al ménos en lo que se refiere á la defensa de nuestras costas.

114. Torpederos.—Se dá el nombre de torpederos, á las embarcaciones construidas expresamente, para atacar por medio de torpedos.

En la guerra de secesión americana se emplearon, para esta clase de ataques, embarcaciones pequeñas de vapor conocidas con el nombre de *Davids*, sin duda porque á pesar de su pequeñez, se atrevian á desafiar á los buques de gran porte.

Al terminar la citada guerra, el éxito alcanzado por los Davids, en algunos de los ataques efectuados con ellos, hizo que se fijase la atención de casi todos los gobiernos y tanto el estudio como la práctica adquirida, sirvieron para fijar las condiciones generales á que debian satisfacer esta clase de embarcaciones, para que los ataques que con ellos se efectuasen, contasen con las mayores probabilidades de éxito.

Estas condiciones fueron: gran velocidad que por entonces se fijó en once millas como límite inferior; pequeñas dimensiones, para que pudiesen llevarse á bordo de los buques mayores y para que fuese difícil el descubrirlas; máquina silenciosa y de fácil manejo; buen gobierno; numerosos compartamientos estancos y disposiciones adecuadas para que la tripulación fuese en lo posible protegida contra el tiro de las armas portátiles.

La mayor parte de estas condiciones, pudieron llenarse sin grandes dificultades; pero el problema de alcanzar grandes velocidades, en botes de reducidas dimensiones, quedó sin resolver hasta el año 1871, en que Mr. Thornycroft construyó su célebre bote «Miranda». Esta embarcación tenía unos 15 m. de eslora y en las

pruebas que con ella se efectuaron, alcanzó la velocidad de 16'25 millas náuticas.

En vista de este resultado, el gobierno Noruego, encargó á la casa Thornycroft, la construcción de un torpedero que fué el primer bote de esta clase, que se construyó, con destino al servicio de torpedos.

Sus dimensiones eran: eslora 17'1 m., manga 2'25 m. y calado 0'9 m. El casco era todo de acero y estaba dividido en seis compartimientos estancos; los destinados al timonel y á la máquina, estaban protegidos con plancha de acero de 4'5 m|m de espesor. La máquina podía desarrollar una fuerza de 100 caballos, y la caldera era de acero, tipo locomotora. Su armamento consistía en torpedos de remolque.

Las pruebas se efectuaron en Octubre de 1873 y el andar fué de 15'00 millas náuticas.

Por esta época empezaron á hacer competencia á Thornycroft distintas casas constructoras, siendo una de las principales la de Yarrow, y casi todas las naciones se hicieron de torpederos de esta clase, que se arman con torpedos de botalón; pero las dificultades para conducirlos en los buques mayores, y el que no pudiesen aguantarse con la mar, sino en circunstancias favorables, hizo que poco á poco se fuesen aumentando sus dimensiones.

El año 1876 construyó Thornycroft para el gobierno inglés, el Lightening. Sus dimisiones eran, eslora 26'2 m. manga 3'3 m. y calado 1'5 m. La máquina era de 250 caballos, y la velocidad en la prueba 18'5 millas, y su armamento torpedos Whitehead.

A fines del año 1879, la casa Yarrow construyó para el gobierno Ruso, el Batoum, de 30 m. de eslora, 3'8 m. de manga, que alcanzó una velocidad de 22 millas inglesas.

El año 1883 Thornycroft construyó para el gobierno Inglés con destino á la colonia Victoria, el Childers, cuyas dimensiones son: eslora 33'9 m., manga 3'75, calado 1'98 m. Su desplazamiento 60 toneladas, y está dividido en 11 compartimientos estancos, y puede flotar con cualquiera de ellos lleno.

Tiene seis eyectores que pueden echar fuera cada uno 40 toneladas de agua por hora, con solo 75 libras de presión en la caldera.

Lleva una máqnina Gramme y un pèqueño proyector Magin.

Vá armado con dos ametralladoras Hotchkiss de 37 m|m y con cuatro torpedos Whitehead.

Este bote salió del Támesis para Portsmouth, el 14 de Diciembre de 1883, y al pasar el canal habia en Dowus gran número de buques fondeados, entre ellos seis grandes vapores, esperando que calmase el mal tiempo, á pesar del cual pudo continuar su viaje y al llegar á Portsmouth, no tuvo que picar ni una gota de agua.

Recientemente la casa Yarrow, ha construido para e gobierno Austriaco, el torpedero «Falke» cuyas dimensiones son: eslora 40'5 m., manga 3'7 m., puntal 2'7 m. y desplazamiento 88 toneladas. La velocidad en la prueba ha sido de 22'26 m.

Tanto este torpedero como el Childers, el Batoum y el Lightening han servido de modelos, y por ellos se han construido y se están construyendo otros para distintos paises, conocidos con el nombre de torpederos del tipo Childers, ó del tipo Batoum, etc.

Estos últimos torpederos, á pesar de sus buenas condiciones marineras, tienen el inconveniente de que son extraordinariamente molestos para vivir en ellos y que con mares gruesas, pierden su velocidad y sus condicio-

nes de eficiencia para el combate, lo que ha dado lugar á la creación de nuevos tipos de mayores dimensiones. En Francia se están construyendo dos de la clase «Bombe» que es un buque de 55 m. de eslora, 6'5 m. de manga y 1'8 m. de calado. Su desplazamiento es de 300 á 350 toneladas, y su andar de 17 millas náuticas. Llevan un armamento ligero y tienen dos tubos para lanzar torpedos Whitehead sobre el agua. Los italianos tienen en construcción dos del tipo «Bombe», y otro un poco mayor, y los ingleses están construyendo cuatro del tipo Grasshopper que es un buque de 60 m. de eslora y 440 toneladas de desplazamiento.

Las distintas clases de torpederos, que existen en la actualidad pueden clasificarse, con arreglo á sus dimensiones del modo siguiente:

	DIMENSIONES.		
	ESLORA.	MANGA.	DESPTO.
Torpederos de 2.ª clase.	De 12 à 21 m.	De 2 á 2'5 m.	De 7 à 21 tons.
» » 1.ª »	» 30 à 43 »	» 2 à 4 »	» 30 à 100 »
» » mar	» 54 á 60 »	» 6 à 7 »	» 320 à 450 »

En los torpederos de 2.ª clase están comprendidas las lanchas de vapor de los buques, que ván armadas generalmente con los torpedos de botalón, y con cunas para lanzar los Whitehead, y tanto en la marina inglesa, como en la francesa, se trata de sustituir las lanchas ordinarias por lanchas de acero, que puedan alcanzar una velocidad de 12 millas con un desplazamiento de 7 á 8 toneladas y que tenga muy buen gobierno para armarlas con torpedos y para que puedan utilizarse en el servicio de contraminas. Los demás torpederos, están armados con torpedos Whitehead y únicamente algunos llevan como auxiliar el de botalón, escepto en la marina ingle-

sa que, debido á la gran existencia de torpedos de botalón, tiene vários torpederos armados con ellos.

Además de los torpederos que hemos dado á conocer, hay los cruceros-torpederos, que son buques de 1,400 á 1,500 toneladas y de gran rádio de acción.

En Francia tienen los del tipo «Conder», en Inglaterra los tipo «Scout» y en Austria los del tipo «Paesther».

115. Torpederos Españoles.—Los torpederos que en la actualidad existen en España, son los siguientes:

Torpedero Castor.—Se construyó en Tolón, por la sociedad Forges et Chantiers de la Mediterránee y sus dimensiones son: eslora 24'80 m., manga 3 m., calado medio, sin contar el de la hélice 0'75 m., desplazamiento 22'8 toneladas. Tiene cuatro compartimientos estancos y está armado con torpedos de botalón; su andar es de 19 millas.

Torpedero Pollux.—Fué construido por Yarrow en 1879. Tiene 26'21 m. de eslora, 3'3 m. de manga y 0'76 m. de calado medio. Su desplazamiento es de 24'89 toneladas y su velocidad en la prueba fué de 19'45 millas.

Está dividido en seis compartimientos estancos. Lleva dos timones compesados, y dos chimeneas en los costados.

Está armado con torpedos de botalón del sistema de Mac-Evoy, y con una ametralladora Nordenfeltd de cinco cañones del calibre del Remington. Además tiene dos cunas para lanzar torpedos Whitehead.

Torpedero Rigel.—Fué construido en Bremen (Alemania) y botado al agua en Junio de 1883; sus dimensiones son las siguientes: eslora 32'3 m., manga 3'8 m, calado de popa 2'27 m., id. de proa 0'66 m. Su desplazamiento con todos sus cargos es 57 toneladas y la veloci-

dad obtenida en la prueba 18'6 millas y tiene carbón para recorrer una distancia de 983 millas, con la velocidad de 11'2. Está dividido en nueve compartimientos estancos, provisto cada uno de su correspondiente eyector de achique, ménos los de popa y proa, que comunican por medio de válvulas de corredera movidas á voluntad desde cubierta, con los compartimientos contiguos y son achicados por los eyectores de estos. Su armamento consiste en cuatro torpedos Schwartzkopff y un cañon rewolver Hotchkiss de 37 m|m. Para lanzar los torpedos tiene dos tubos paralelos, en dirección de la quilla, uno en cada amura y el lanzamiento se efectúa por medio del aire comprimido.

Torpederos Julian Ordoñez y Acebedo.—Han sido construidos recientemente por la casa Thornycroft. Sus principales dimensiones son: eslora 36 m., manga 3'65 m., calado á popa 1'88 m., desplazamiento unas 60 toneladas. La velocidad en la prueba fué de 20 millas.

El armamento consiste en dos tubos para lanzar torpedos Schwartzkopff y una ametralladora Nordenfeltd.

Lleva luz eléctrica y un pequeño proyector, y lámparas de incandescencia para el alumbrado interior.

Puede llevar carbón para recorrer una distancia de 1,000 millas, con una velocidad de 10 á 12 por hora.

Torpedero Retamosa.—Ha sido construido por la casa Normand del Havre. Sus dimensiones son: eslora, 38'75 m.; manga, 3'38 m.; calado á popa, 1'35 m. y desplazamiento 66 toneladas.

El armamento es el mismo que los dos anteriores. Los resultados de la prueba de velocidad, parece que no han sido muy satisfactorios.

Torpedero Orión.—Ha sido construido en Alemania y es el mayor de todos, pues su desplazamiento

es de 80 ton. Su velocidad en la prueba fué de 19'5 millas.

Además de estos torpederos, se están construyendo otros del tipo Falke y otro de mar, el «Destructor», del tipo Grasshopper.

DÉCIMA QUINTA CONFERENCIA.

DEFENSA CONTRA LOS TORPEDOS.

116. En vista de los efectos destructores que pueden producir los torpedos, se han ideado algunos medios para evitarlos, y aun cuando hasta el día, no hay ninguno que pueda considerarse en absoluto como verdaderamente práctico y eficáz, conviene sin embargo conocerlos, pues en muchas ocasiones podrán ser de utilidad.

Dos casos hay que considerar: el primero, es cuando se trata de penetrar en un puerto, canal etc., donde haya torpedos ó se navegue por una costa donde se sospeche que pueda haberlos; y el segundo, es la defensa de los buques contra los torpedos de ataque.

PRIMER CASO.—Los métodos que se han ideado para abrirse un paso franco ó para navegar sin riesgo, por un sitio defendido por torpedos, son los siguientes:

a. Colocando perchas ó botalones en la proa de los buques, convenientemente dispuestos.

b. Por medio del rastreo.

c. Por medio de buzos.

d. Empleando contra-torpedos.

a. En el tomo V de la revista de Marina, página 367, se halla la descripción de un método propuesto por el Capitan de Navio de la Marina Inglesa Mr. Arthur, para franquear los puertos de los torpedos fijos. Consiste en zallar en las amuras del buque explorador, dos botalones de 30 piés de largo, que á través de sus extremos sumergidos tienen colocada una percha horizontal de 38 piés, provista de un mecanismo de barras de hierro en zig-zag, de forma de W, con la idea de que el espacio abierto de cada V de la série al ser impulsado en el agua, agarre los cables de los torpedos y los guie al vértice, que está provisto de unas tijeras que se manejan por medio de palancas, en conexión con el cabrestante.

Para evitar que los torpedos puedan venirse sobre el buque, lleva este una red que los detiende.

Este método, dicen que fué ensayado en Portsmouth, con buen resultado á pesar de lo cual no nos parece práctico.

En la guerra de secesión americana, emplearon los federales una disposición algo semejante á la que se ha descrito, no con el objeto de cortar los cables, sino para pescar los torpedos ó provocar su explosión á conveniente distancia del buque, la cual en algunos casos les dió buenos resultados contra los torpedos mecánicos, pero era ineficaz contra los eléctricos.

b. Por medio del rartreo. Silos torpedos son boyantes ó de fondo con boya, puede determinarse el sitio

donde estén por medio de un seno de cabo remolcado por dos lanchas de vapor ó botes de remo y una vez descubiertos (*), se pueden destruir por la explosión de una pequeña carga de algodón pólvora, lo cual puede efectuarse del modo siguiente: en el momento en que el remolque haga firme, fondean los dos botes y aseguran al cabo de remolque una pequeña carga explosiva en el centro de la cual, ván fijos vários ganchos y enseguida halando de un bote y arriando del otro segun convenga, procuran hacer que el gancho agarre la obstrucción, y una vez conseguido se retiran los botes y se dá fuego á la carga por medio de la electricidad, para lo cual vá dispuesta convenientemente una espoleta de hilo de platino, en comunicación con una batería.

Cuando los torpedos son eléctricos, se podrá intentar el pescar los cables, valiéndose de arpeos remolcados por botes de vapor.

Mr. Gelin propone con el mismo objeto el empleo de un cañón, que lanza un proyectil especial unido á un cabo de mena conveniente.

Otro método parecido al anterior, es el propuesto por el Coronel Americano Mr. Shool, para rastrear los torpedos; consiste en el empleo de dos morteros colocados uno en cada amura del buque explorador y apuntados en direcciones un poco divergentes; se les dá fuego por medio de la electricidad para que su disparo sea simultáneo, y lanzan dos proyectiles unidos por una cadena de 45 metros, cada uno de los cuales arrastra un cabo de

---

(*) Para este objeto puede ser de utilidad el aparato ideado por Mac-Evoy, llamado «Descubre torpedos» cuya descripción puede verse en el tomo 12 de la revista de Marina, página 441.

uuos 360 metros de largo, cuyos chicotes quedan firmes al buque y halando por ellos se vá rastreando.

c. POR MEDIO DE BUZOS Ó DE EMBARCACIONES QUE PUEDAN NAVEGAR POR DEBAJO DEL AGUA.—En la última guerra entre Rusia y Turquía, parece que los turcos emplearon con éxito, el sistema de levar los torpedos enemigos por medio de buzos y para facilitar el reconocimiento del fondo, se valían de la luz eléctrica.

Esta podría ser una de las principales aplicaciones de las embarcaciones submarinas; pero hasta el dia, á pesar de los muchos ensayos efectuados con esta clase de embarcaciones, no existe ninguna que pueda considerarse práctica.

d. EMPLEANDO CONTRAMINAS.—Las contraminas, tienen por objeto, destruir ó inutilizar los torpedos de un paso que se trate de franqnear, por la explosión de otros torpedos fondeados en sus proximidades.

Se han hecho muchas experiencias para determinar el rádio destructor de diferentes cargas explosivas, pero esta determinaeión es difícil, porque depende de diversas causas.

Sleeman, en su obra de torpedos, dice que la explosión de una carga de 226 k. de algodón pólvora, destruye todos los torpedos en un círculo de 30 m. de rádio; pero este dato no puede tomarse ni aun como aproximado, á menos que se fije el material y forma de las envueltas y el espesor de las planchas con que estén construidas.

Entre las muchas experiencias que se han practicado, citaremos las dos siguientes efectuadas en Stokes Bay (Inglaterra), á fin de que sirvan para tener una idea de los efectos destructores, que pueden causar las contraminas.

Primera: Se situó un torpedo de fondo cargado con 226 kilógramos de algodón pólvora, en 14 m. de agua y al rededor de él, se colocaron otros seis también de fondo, hechos de plancha de hierro de 6 m|m, con cerradores de circuitos en boyas, las cuales quedaron á 3 m. de la superficie y á distancias variables de 30 á 60 m.

El resultado de la explosión fué el siguiente: Los torpedos colocados á 30 y 36 m. de distancia, quedaron destruidos y sus cerradores inútiles; los situados á 42 y 51 m. hacian bastante agua y las varillas de los cerradores estaban dobladas; los situados á 60 m. no estaban estropeados, pero sus cerradores quedaron inútiles.

Segunda: Se fondeó un torpedo cargado con 45 k. de algodón pólvora, en 10'5 m. de agua y á 3 m. de la superficie, y al rededor de él y á la misma profundidad, cinco torpedos iguales, á distancias de 15 á 45 m.; el resultado de la explósión fué, que el torpedo colocado á 15 m. quedó destruido y los demás salieron sin ninguna avería.

Para llevar las contraminas al sitio donde deban hacer explosión, pueden emplearse dos métodos:

1.° Por medio de una embarcación.

2.° Uniéndolas á una boya, para evitar que se vayan á pique y haciéndolas firmes al chicote de un cabo pasado por el arganeo de una ancla, préviamente fondeada en el lugar conveniente.

El primer método, empleando una embarcación gobernada por medio de la electricidad, seria indudablemente el mejor, estando los torpedos defendidos desde tierra, y algunos ensayos de esta clase que se han practicado, parece que han dado buenos resultados; pero sin embargo, el mecanismo tiene que ser complicado y estar expuesto por consiguiente á frecuentes descomposi-

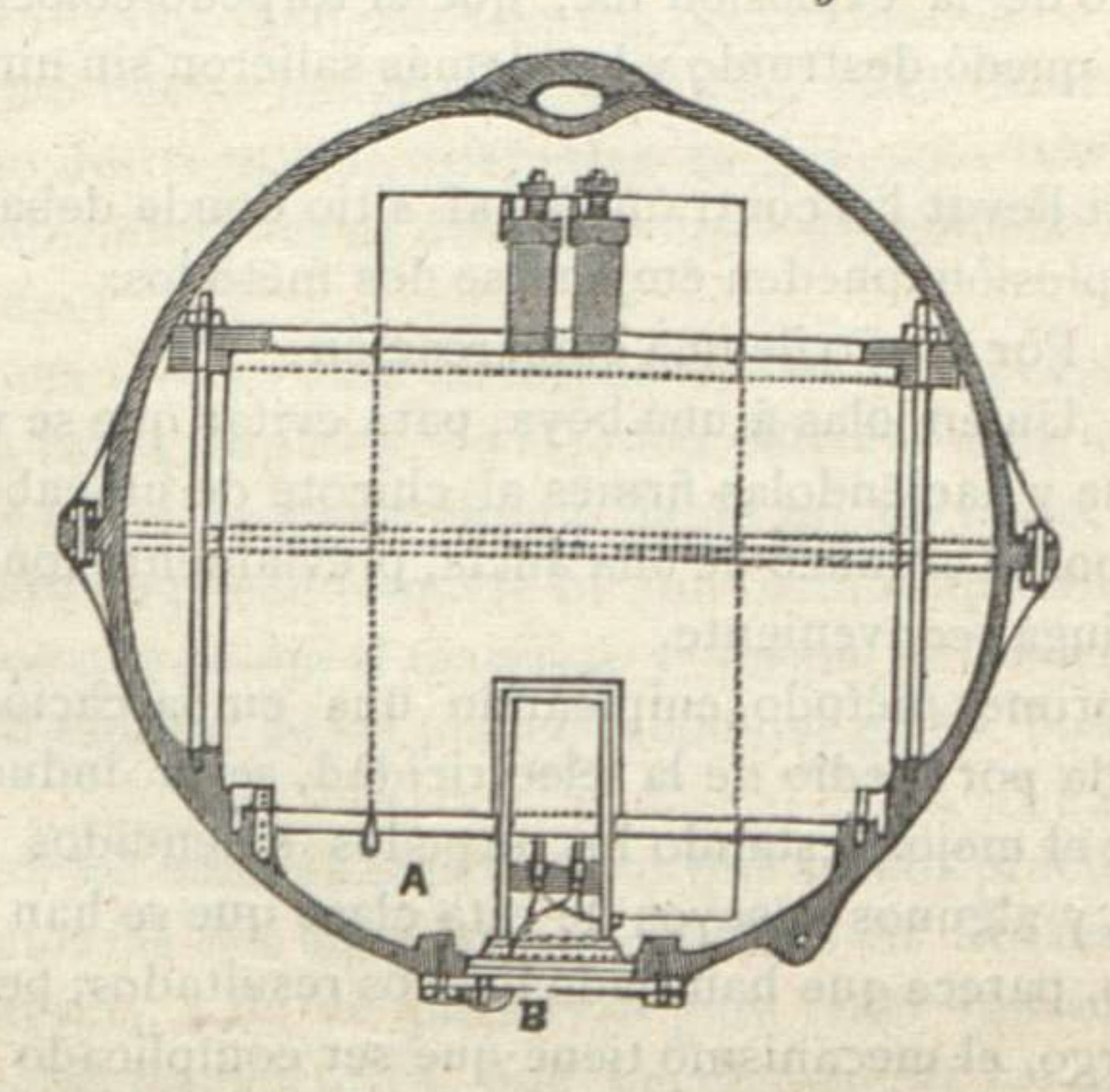
ciones, por lo que no puede considerarse como práctico.

El segundo método, tampoco es de creer dé buenos resultados en la práctica.

A mi juicio, el medio que me parece más eficaz, es el de llevar las contraminas en una embarcación rápida, dispuestas para que la explosión se determine automáticamente y para que puedan fondearse marchando la embarcación á toda velocidad.

CONTRAMINAS L. CLARK.—Están dispuestas para que la explosión se verifique automáticamente poco tiempo después de haber caido al agua. El principio de inflamación es el mismo que se emplea en los torpedos de corriente (113), pero en estas no hay necesidad del cerrador; basta con dar tierra, por la envuelta, á un ra-

Fig. 84.



mal de la espoleta, fig. 84, poner el otro en comunicación

con un polo de la batería y el otro polo de este con una plancha aislada A; de este modo, en el momento en que el agua que penetra por los agujeros B, llegue á la plancha, se producirá la detonación.

117. SEGUNDO CASO.—DEFENSA DE LOS BUQUES CONTRA LOS TORPEDOS DE ATAQUE.—Dado el grado de perfección que han adquirido tanto los torpederos como algunos de los torpedos ofensivos, es preciso que los buques, en tiempo de guerra, estén prevenidos constantemente contra sus ataques, pues es fácil, que varios torpederos, navegando solos ó colgados de los pescantes de un buque ó aún trasportados por los ferrocarriles, recorran en una noche una distancia considerable y se presenten de improviso á la vista de una escuadra, que por hallarse fondeada en una rada, ensenada, etc. léjos de todo puerto militar, se creyese libre de esta clase de ataques.

Consideraremos los medios que pueden emplearse para sustraerse á los efectos del torpedo Whitehead, puesto que los mismos servirán para librarse del Lay, y respecto á los ataques llevados á cabo con los torpedos de botalón y de remolque, solo se diferencian de los que se efectúan con el Whitehead, en que el que ataca tiene que llegar á muy corta distancia del enemigo, mientras con el Whitehead á los 400 m. de distancia hay muchas probabilidades de dar en el blanco.

Los medios que pueden emplearse para librarse de los ataques del Whitehead, son los siguientes:

1.º Echándose fuera de su camino.

2.º Destruyendo la embarcación que trate de lanzarlos, por medio de la artillería, ántes de que llegue á la distancia á que pueda dispararlo.

3.º Teniendo destacados buques pequeños ó embar-

caciones menores que traten de interceptar el paso al enemigo.

4.º Colocando al rededor del buque obstrucciones dispuestas de modo, que impidan que el torpedo llegue al barco.

El primer método podría ser eficaz cuando fuese un buque solo el que debiese defenderse, pero tratándose de una escuadra, es impracticable.

El segundo método (destruyendo al enemigo por medio de la artillería antes de que pueda lanzar el torpedo) es más practicable, pero dada la rapidez con que evolucionan los torpederos, su velocidad y el poco blanco que presentan, será muy problemático el que se consiga el objeto, sobre todo si son varios los torpederos que atacan y por distintos puntos.

El tercero, teniendo destacados buques ó embarcaciones menores que traten de interceptar el paso al enemigo, tiene pocas probabilidades de éxito; en primer lugar, porque el que ataca, podrá en la generalidad de los casos librarse de ellas huyéndoles ó lanzándoles uno de los torpedos qne lleve si son pequeños buques, y además porque el buque atacado, queda imposibilitado de hacer uso de su artillería, pues se expone á destruir sus propias embarcaciones.

Queda por lo tanto el cuarto método, colocando obstrucciones al rededor del buque, el cual combinado con el segundo, parece ser el más eficáz.

Las obstrucciones pueden ser de varias clases y disponerse de distintos modos; pero las que en el dia se consideran más eficaces, consisten en una red de alambre de acero, suspendida de un cabo de alambre, también que sea suficientemente fuerte para resistir la embestida de los torpederos y mantenida á 9 ó 10 m. de distancia del

costado por medio de botalones, ál extremo de los cuales, proponen algunos, colocar pequeños torpedos cuya explosión pueda determinarse á voluntad, pero esto último, no nos parece que sea de gran utilidad práctica.

Si el buque está fondeado, las obstrucciones pueden consistir en perchas de madera colocadas á 800 ó 1000 m. de distancia de él, para que los torpedos que puedan lanzarse por debajo de ellas, no puedan llegar al buque que se trate de defender.

En este caso será preciso defender las obstrucciones, con objeto de evitar que el enemigo pueda destruirlas, para lo cual convendrá colocar una línea exterior de torpedos mecánicos ó electro-mecánicos, y también embarcaciones menores con artillería á propósito, siempre que se disponga de un plan de señales sencillo y bien combinado para poder dar aviso si el enemigo consigue salvar las obstrucciones, y ponerse á cubierto del fuego de la artillería de los buques.

Los torpedos pueden ser de pequeñas dimensiones y tal vez sea conveniente que estén unidos unos á otros por medio de un cabo, á fin de que si un torpedero pasa entre dos de ellos, sin chocar con ninguno, tropiece con el cabo y la arrancada haga que alguno choque con el costado.

Los buques además de su artillería, deben llevar cañones ligeros y ametralladoras dedicadas exclusivamente á la defensa contra los ataques de los torpederos, montados de modo que puedan seguir con facilidad los movimientos de estos y que la puntería en altura, pueda también hacerse con rapidez y los proyectiles que disparen, deben tener calibre suficiente para causar sérias averías á los torpederos y aun para echarlos á pique á ser posible.

La luz eléctrica puede ser, durante la noche, un poderoso auxiliar para la defensa, contra los ataques de los torpederos.