



AÑO LXXXVIII

MADRID. — MARZO 1933

NÚM. III

El cero termométrico absoluto y la sobreconductibilidad eléctrica

La generalización de la teoría de la estructura atómica de la electricidad conduce a explicaciones sobre complejos y poco conocidos fenómenos que se presentan en el campo de la electrotecnia, fenómenos que nacen al conocimiento sobre las bases actuales, si no exactas, por lo menos hipotéticas y suficientes. Uno de ellos es el de la sobreconductibilidad eléctrica.

Desde hace unos treinta años era conocido que la resistencia eléctrica de los metales disminuye con la temperatura; pero lo que no se sospechaba es que, para algunos cuerpos, al llegar a temperaturas que oscilan entre 268 y 272 grados bajo cero la resistencia tuviese que anularse bruscamente, pues como anulada puede considerarse la resistencia de un conductor que a la temperatura de 15 grados sobre cero es de 700 ohmios y a las temperaturas indicadas desciende a menos de una cienmillonésima de ohmio, y esto, como decimos, de una manera completamente brusca. Corrientes eléctricas relativamente intensas pueden circular durante horas sin disminución sensible por los superconductores desconectados de toda pila, acumulador u otro elemento de fuerza electromotriz.

Es sabido que desde 1928, a fines, y en París, se desenvuelven las elevadas actividades científicas del Instituto Henry Poincaré, desti-

nado a la alta matemática y física teórica, y cuyas sesiones ofrecen el atractivo de las conferencias que desarrollan de un modo regular y frecuente hombres de ciencias procedentes de todos los países. Así, entre otros, han desfilado por el ya célebre Instituto: Einstein, con su teoría unitaria del campo físico; Fermi, para disertar sobre la teoría de la radiación; Borh y Dirac, tratando algunos problemas de mecánica cuántica; nuestro compatriota el profesor Cabrera, exponiendo sus investigaciones sobre el magnetismo.

Recientemente ha ocupado la tribuna del anfiteatro Hermite el eminente profesor de la Universidad de Leyden D. W. J. Haas, quien disertó sobre la superconductibilidad eléctrica, fenómeno del que viene ocupándose el Dr. Haas, desde largo tiempo, en el célebre laboratorio criogénico de la referida población, donde fué descubierta dicha propiedad por el fundador de aquél, Kamerlingh-Onnes.

Resulta de algún interés el ocuparse del resultado de estas experiencias, no sólo por ellas en sí mismas, sino porque envuelven, o soponen, otras previas relativas al descenso en el frío hasta la temperatura del cero absoluto o muy próximo, y también porque llevan a las consideraciones de la estructura electrónica de la materia en su explicación hipotética.

Para ordenar estos apuntes se estudiarán sucesivamente: los adelantos logrados en los laboratorios criogénicos, las experiencias fundamentales de Kamerlingh-Onnes y, por último, su hipotética interpretación matemática.

* * *

Uno de los progresos más recientes de la Física es la experimentación bajo el frío, hasta tal punto que existen cinco grandes laboratorios denominados criogénicos destinados a este fin. De estos laboratorios, dos son americanos: el del profesor Mac Lennan, en el Canadá, y el del Bureau of Standards, de Wáshington; y tres son europeos (1): el de Kapitza, en Cambridge, y el del Kaiser Wilhelm, en Berlín; pero el más famoso es el citado de Leyden, en Holanda, fundado por la primera autoridad hasta la fecha en esas orientaciones, el célebre profesor Kamerlingh-Onnes.

(1) Según se ve en *La Nature*, núm. 2.876, Francia se reconoce en inferioridad y atraso en estas cuestiones. Acuciada por la xenofobia científica que domina en el día, ha resuelto salvar esta laguna, y otras, con la creación de un laboratorio del frío, anexo a la nueva Oficina de Invenciones, cuyo crédito inicial es de tres millones de francos y cuya dirección ha de llevar el profesor Cotton.

Es sabido que la ley de Gay Lussac (que con la de Mariotte rige los estados físicos de los gases permanentes) conduce a una conclusión: a -273° C., en el volumen que ocupa una masa gaseosa, el espacio libre entre sus moléculas es nulo. La energía cinética interna del gas desaparece llegado ese límite de temperatura, que por ello se denomina el cero absoluto. El proceso del enfriamiento en síntesis se realiza a través de varias expansiones adiabáticas, cuyo trabajo de aumento de volumen es a costa de la disminución de la energía interna y, por tanto, de la temperatura.

La casi llegada a la obtención de la temperatura del cero absoluto, que hace años se hubiera considerado como una quimera, ha podido realizarse mediante dos pasos importantes en la historia del frío artificial.

1.º *La licuefacción del helio* (1).—En 1926, Kamerlingh-Onnes, poco antes de morir, consiguió licuar el helio, experiencia que hasta esa fecha había fracasado.

A -269° C. y presión atmosférica resulta un líquido incoloro de 0,15 de densidad. El procedimiento consiste en comprimirlo y enfriarlo a -190° C. por el aire líquido y después repetir el ciclo a -253° C. con el hidrógeno líquido y licuarlo por expansión adiabática en este caso.

2.º *La solidificación del helio*. — Se pueden alcanzar a los $272,25^{\circ}$ C. o, lo que es lo mismo, a $+0,75$ absoluto, haciendo hervir previamente en el vacío el helio líquido. Este límite ha sido logrado por el profesor Keessom en un pequeño recipiente de 10 cm.^3 , continuando con ello la marcha gloriosa de su maestro Kamerlingh y del Laboratorio Leyden.

El procedimiento indicado parece responder a la sucesión de varios ciclos frigoríficos, situados en tensión o cascada, fundado todo ello en las llamadas *temperaturas críticas*, o sea, aquellas por encima de las que es absolutamente imposible la licuación, cualquiera que sea la presión aplicada, por grande que se logre alcanzar. En cam-

(1) El gas noble Helio (He) responde a su significación griega de sol, por cuanto fué advertido en el eclipse solar de 1868 por el astrónomo Janssen, y en el espectro de la cromoesfera una raya que casi coincidía con las dos del sodio, pero que era distinta. Experiencias posteriores atribuyeron esa raya a un nuevo cuerpo que se supuso específico del Sol, pero que más tarde se encontró por el químico alemán Hillebrand en un gas (de espectro análogo) desprendido del mineral uraninita, lo que facilitó su descubrimiento definitivo por Ramsay y Raleigh partiendo de la claveita. Más tarde se ha probado que en 250.000 m.^3 de aire atmosférico existe uno de helio.

bio, por bajo de esas temperaturas la licuación es relativamente fácil, aun a presiones moderadas, como indica el cuadro siguiente, que va de mayor a menor:

CUERPOS	TEMPERATURA CRITICA	PRESIÓN CRITICA
Aire líquido	— 140	37 atmósferas.
Nitrógeno	— 147	33 »
Hidrógeno	— 240	13 »
Helio	— 268	2,7 »

El profesor Kapitza ha seguido, en Cambridge, un curioso proceso para obtener el hidrógeno líquido, cuya mayor dificultad estriba en las muchas impurezas del gas que se solidifican antes de licuarse y obstruyen la circulación en los aparatos. Ese profesor se vale de dos caídas de temperaturas que por conducción suman sus efectos; una de ellas es el hidrógeno completamente puro, 0,7 m.³, que comprimido a 179 atmósferas sigue un ciclo completamente cerrado análogo, en principio, a los de los frigoríficos ordinarios. En un segundo circuito corre el hidrógeno comercial recogido en botellas. En este circuito, enlazado con el primero, la presión es la atmosférica y el gas se licúa en uno de los evaporadores del otro circuito a presión. Es decir, que una parte de hidrógeno puro licúa otra mayor de hidrógeno comercial. Se llegan a licuar cuatro litros de hidrógeno por hora. Para conservarlo líquido hay que valerse de vasos Dewar de tipos especiales. Un vaso Dewar contiene aire líquido y comunica interiormente con la cubierta del vaso que contiene el hidrógeno licuado, y todo ello envuelto por cobre con el aislamiento de vacío. El vaso de hidrógeno es de cinco litros; el de aire, de dos. En esta forma dura el hidrógeno hasta cinco días, con un gasto diario de 1,7 de aire líquido.

Por decontado que todas estas experiencias son difíciles, costosas, peligrosas y antieconómicas. En efecto, una máquina frigorífica sigue el ciclo igual y contrario al de una máquina térmica y motriz. En ésta, mediante calorías, se consiguen kilográmetros, y en aquélla, gastando kilográmetros, se restan calorías. Trabajo sustrayendo calor en vez de calor transformado en trabajo. Así como el rendimiento motriz del ciclo de Carnot se mide por las relaciones:

$$\rho = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1} = \frac{A T_1}{S_1}$$

en las que A representa el equivalente calorífico del trabajo, en los ciclos frigoríficos, aquellas relaciones vienen expresadas por:

$$\rho_1 = \frac{-Q_2}{(Q_1 - Q_2)} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \frac{T_2}{T_1} - 1 = \frac{Q_2}{A \cdot T_1}$$

En las primeras, el rendimiento es tanto mayor cuanto más lejos se encuentran. T_1 , temperatura absoluta del hogar de T_2 , temperatura absoluta del refrigerante. En las segundas, por el contrario, el rendimiento es tanto mayor cuanto más cerca se encuentren aquéllos y T_2 resulte más elevada. Las especiales circunstancias de los ciclos que se han explicado señalan que estas condiciones tienen que seguirse en oposición, puesto que las diferencias $T_1 - T_2$ son acusadísimas, como expresa el cuadro, y en todas el valor de T_2 es muy bajo por ser la finalidad que se persigue.

Esto en cuanto a la economía. En cuanto a la dificultad, basta para comprender la que el operador experimenta a las temperaturas altas del ambiente, y respecto al peligro se desprende que tratándose de combustible de tanta capacidad como el hidrógeno se corren serios riesgos de explosión y de incendio.

* * *

La resistencia específica de un conductor (factor ρ de la resistencia óhmica $R = \frac{l \cdot \rho}{s}$) no es constante para un mismo cuerpo, pues sobre depender del grado de pureza, depende de la temperatura. Es muy sabido que el valor del *coeficiente de temperatura* en los metales tiene signo positivo o, lo que es lo mismo, que la resistencia aumenta con aquélla. Por el contrario, disminuye al enfriarlos, y en las cercanías del cero absoluto, hacia los -273° , como quedó expuesto, desaparece por completo, propiedad descubierta por Kamerlingh-Onnes operando por bajo de la temperatura del helio líquido, distando $1,8^\circ$ del límite del cero absoluto. Por ello llámase a este estado de ultraconductividad, y dentro de él se pueden hacer pasar corrientes intensas sin percibirse el efecto de Joule. La curiosa propiedad se pone de relieve con el experimento siguiente: En un carrete de alambre de plomo se unen sus extremos a un galvanómetro. Si alejamos bruscamente un imán o electroimán potente que atraviese los extre-

mos del carrito se sabe que se desarrolla una corriente inducida, corriente que a la temperatura normal desaparece rápidamente.

Pues bien: si la misma experiencia se repite en un medio cuya temperatura sea de $-271,2^{\circ}$ C. la aguja del galvanómetro, que en el caso anterior desvía y vuelve a su lugar casi instantáneamente, en este segundo caso *continúa acusando la desviación durante veinticuatro horas*. Aumenta la extrañeza del fenómeno, advertir que si la corriente pasa de cierto límite, diferente para cada metal, éste pierde su propiedad de ultraconductor y pasa a la conductividad normal.

En otra experiencia realizada con un filete de mercurio solidificado, se le hizo conducir una corriente de 1.000 amperios al reducido voltaje de 1 voltio $\times 10^{-7}$, resultando nulo el efecto de Joule; sobre un bucle análogo de mercurio se repitieron las experiencias del imán, presentándose la particularidad de que a los $(-271,2^{\circ}$ C.) la corriente inducida sólo perdía un uno por ciento de su intensidad en el curso de las veinticuatro horas; pero elevando la temperatura décima a décima de grado, las pérdidas eran cada vez mayores, restableciéndose la normalidad por completo, o esa, un acusado efecto de Joule al llegar a los $(-269^{\circ}$ C.), siguiendo su resistencia el curso ordinario.

El mismo Kamerlingh comprobó que una corriente inicial de 300 amperios en un anillo de plomo, y dentro de esos límites térmicos, continúa su paso, sin intervención posterior de ninguna fuerza electromotriz, con pérdida de la centésima parte de la intensidad inicial durante media hora. Análogos efectos y experimentos se producen en el estaño, por bajo de $3,78^{\circ}$ absolutos, de $7,2^{\circ}$ en el plomo, de $4,2^{\circ}$ en el mercurio, de $2,3^{\circ}$ en el talio. En cambio, en el cadmio, platino, cobre y hierro no ocurren variaciones estimables, no tienen sobreconductividad apreciable.

Experiencias, como queda dicho, tan costosas y de peligro, hasta el presente carecen de utilidad práctica, y de ellas no se pueden sacar más aplicaciones que las derivadas de su estudio teórico en relación con la hipótesis de la estructura atómica de la energía eléctrica. En términos generales, se supone que los electrones de la esencia íntima de la materia a esas bajas temperaturas se hallan en un medio sin resistencia y conservan durante largo tiempo, a consecuencia de su ínfimo efecto de inercia, la velocidad comunicada. A continuación va a seguirse, a modo de tanteo, una explicación matemática a través de la forma de la ley de Ohm, haciendo intervenir en ésta la masa y número de los electrones y su velocidad de arrastre, re-

cordando en primer término, y como base previa, la hipótesis de la diferenciación entre los cuerpos llamados dieléctricos y los cuerpos conductores.

* * *

Dentro de las hipótesis actuales, un cuerpo es aislante o dieléctrico cuando sus electrones pasan con dificultad de un núcleo a otro, de modo que es necesaria una fuerza muy grande para arrancarlos de ese núcleo. Oponen, en cierto modo, cual una fuerza elástica, como un resorte que se distendiera y que reintegrara el electrón a su órbita y que para quebrarlo se necesitase un gran esfuerzo.

Los cuerpos conductores son aquellos que, aparte de sus electrones de órbita sujetos al núcleo, parecen poseer electrones libres. El movimiento de éstos se supone en línea recta hasta su encuentro y choque con otro de igual naturaleza, con especie de rebote y su encuentro con un tercero, y así sucesivamente. Bajo una fuerza directriz pueden tomar, a través de la masa de un conductor, movimientos de conjunto, oponiendo una resistencia viscosa, entendiéndose por tal la falta de tendencia a la vuelta a las primitivas posiciones al cesar la fuerza directriz.

Establecido esto, conviene deslindar lo que se entiende por velocidad de los electrones, su velocidad de arrastre y la velocidad de la corriente. Para ser breves y aclarar bien las diferencias debemos valernos de una ingeniosa comparación del profesor belga M. S. Tillieux (1).

En un tren en marcha hay que advertir tres clases de movimientos distintos. El primero, el de los viajeros dentro de cada vagón, cada uno con velocidad propia. El segundo, el de los vagones con relación a la vía. Y el tercero, el propio de la inercia dentro del tren, como, por ejemplo, en el arranque, la locomotora que ha adquirido velocidad apreciable cuando todavía no ha logrado arrancar el furgón de cola, observación que puede hacerse sobre todo en los trenes de mercancías, en que se ven arrancar uno a uno todos los vagones.

La primera velocidad, la de los viajeros dentro de los vagones, es análoga a la velocidad propia de los electrones alrededor del núcleo, independiente de la del tren. El electrón, último elemento de la materia, se calcula con un diámetro de $1,4 \times 10^{-13}$ cm., recorriendo

(1) *Leçons de Physique sur les théories modernes*. Librería Ch. Beranger (1931).

una órbita en el átomo de hidrógeno de $3,45 \times 10^{-8}$ cm. de desarrollo, con una velocidad fantástica de 7×10^{15} por 1". Su masa se deduce igual a 9×10^{-28} y su carga $4,77 \times 10^{-10}$ unidades electrostáticas.

La segunda, la velocidad de los vagones con respecto a la vía, es la imagen más apropiada de la del arrastre de los electrones. En efecto, los cuerpos conductores por definición contienen, como antes se dijo, gran número de electrones libres que pasan innumerables veces por segundo de un sistema atómico a otro sin ninguna dirección privilegiada. Si ese conductor se sitúa en un campo eléctrico, o sea, que se establezca entre sus extremidades una diferencia de potencial, la libre colocación de los electrones experimenta una orientación; en sus desordenados movimientos se conducen con determinada velocidad de arrastre en el sentido de los potenciales crecientes (sentido contrario al usual en la corriente eléctrica).

Siempre que subsista la fuerza electromotriz citada, la falta de un electrón en un punto se subsana por otro que ocupa su lugar. Si la reposición cesa, la velocidad de arrastre se anula, y también la corriente, sin que el conductor haya sufrido alteración química, pues en el intercambio de electrones éstos tienen igual naturaleza corpuscular.

Esta velocidad se calcula en función del número de electrones, de la densidad del metal y del peso atómico del conductor, todo ello dentro de la fórmula corriente de la intensidad, resultando que para una corriente de 10 amperios, en un alambre de cobre de 2 mm.² de sección, aquella velocidad es de 0,019 cm. por segundo, o sea, de 70 cm. por hora. Por ello fundadamente se advierte que comparada la corriente eléctrica con una corriente de agua aparece análoga a la de ésta, que camina muy despacio en un conducto de sección enorme.

La velocidad de la corriente eléctrica, distinta, como se dice antes y ahora se insiste, de la de arrastre de los electrones, es la que pudiera titularse conmocional o de transmisión. Si en un cierto punto de un conductor se ponen los electrones en movimiento y se pregunta cuánto tardarán en ponerse en movimiento los electrones situados a una distancia de 1.000 metros, por ejemplo, se puede responder en el acto: $\frac{1,5 \text{ kms.}}{300.000 \text{ kms.}} = 5 \times 10^{-7}$ de segundo. Sobre esto no es necesario insistir.

* * *

La ley de Ohm, aplicable a los conductores metálicos, verificada por medio del puente de Wheatstone, enlaza, como es sabido, las indicaciones de un voltímetro y de un amperímetro para deducir la resistencia en la igualdad $I = \frac{E}{R}$. La moderna interpretación de esta ley es la siguiente:

La fuerza que solicita a los electrones en el sentido de la velocidad de arrastre se mide por el producto $e \times E_1$, en la que:

e = carga del electrón.

E_1 = caída de potencial por centímetro de longitud del conductor.

E = caída total.

de donde

$$F = e \cdot E_1 = \frac{e \cdot E}{l}$$

La aceleración debida a esta fuerza vendrá medida por

$$\gamma = \frac{F}{m} = \frac{e \cdot E}{l \cdot m}$$

Suponiendo que la velocidad de arrastre sea nula en principio y V_1 al cabo del tiempo α igual al tiempo medio invertido entre dos choques sufridos por los electrones libres

$$V_1 = \gamma \alpha = \frac{e \cdot E \cdot \alpha}{l \cdot m}$$

La velocidad media del arrastre será:

$$V = \frac{e \cdot E \cdot \alpha}{2 \cdot l \cdot m}$$

Por otra parte, la intensidad se mide por $I = n \cdot V \cdot e$, siendo n el número de electrones comprendidos en un centímetro de longitud del conductor. Se expresa así, porque la intensidad, o sea, el *gasto* del flujo de electrones que constituye la corriente tiene que depender de tres factores: la carga e de cada elemento transportado, el número y su velocidad de traslación.

En su vista, se pueden igualar

$$I = n \cdot V \cdot e = \frac{n \cdot e^2 \cdot E \cdot \alpha}{2 \cdot l \cdot m}$$

que es análoga a la fórmula de Ohm, siempre que la resistencia aparezca.

$$R = \frac{2 \cdot l \cdot m}{n \cdot e^2 \cdot \alpha}$$

En esta fórmula, l , m , n y e son magnitudes fijas. Únicamente α es variable. Ahora bien: se dice unas líneas antes que en los metales el valor del coeficiente de temperatura es positivo, o sea, que la resistencia aumenta con aquélla. La explicación se basa en que, un aumento del calor interno, disminuye el libre recorrido de los electrones y, por tanto, α disminuye. Por el contrario, en el cero absoluto, el movimiento interno de las moléculas es nulo; la duración del libre recorrido tiende hacia el infinito y la resistencia se iguala a cero. Así se explica, siquiera sea de modo hipotético, la influencia de la temperatura en el valor de la conductibilidad, tanto en su aumento con la temperatura, como su anulación en las experiencias de Kamerlingh-Onnes.

Prácticamente, hasta ahora ha tenido que renunciarse a la idea de utilizar esta curiosa propiedad; pero, no obstante, la experimentación sigue en marcha y de los laboratorios criogénicos que se citan saldrán experimentos fecundos. Cuando en 1877, Cailletet y Pictet, comprimiendo 100 c. c. de oxígeno a 200 atmósferas y enfriándolo a -20° C., lograron licuarlo, aunque de modo inestable, no podía presumirse el posterior desarrollo de la industria del aire líquido, que permite actualmente licuar un kilogramo con el coste de unos cuantos céntimos, importe de la potencia del caballo y medio, y aun menos, que exige la transformación.

C. B. y P.

Organización de la unidad de puentes con tracción mecánica a base del puente sencillo para grandes cargas

La unidad actual de puentes está organizada para la construcción del puente de cinco viguetas; pero este puente, debido a las mayores cargas que forman parte de la vanguardia de los Ejércitos, es ya insuficiente.

Al hacer el estudio de cambiar la tracción animal por la mecánica creemos es la ocasión de organizar la unidad a base de un puente que permita el paso de aquellas cargas sin que pierda su denominación de puente de vanguardia; éste es el que el Reglamento denomina "Puente sencillo para grandes cargas".

El estudio lo haremos sobre la base de aprovechar el actual material, excepción hecha de los tablonos.

En efecto, ya hemos dicho que actualmente está organizado el material para la construcción del puente de cinco viguetas y el tablón es el apropiado para las cargas que aquél puede admitir; luego, el citado Reglamento expone el partido que del material puede sacarse para la construcción del puente para grandes cargas, y considerando que el tablón es endeble, soluciona este defecto disponiendo dos capas de tablonos; pero si el material ha de servir primordialmente para construir estos últimos puentes, no es posible admitir esta solución, que lleva consigo un peso excesivo en relación a su resistencia.

Por esto sustituimos los dos tablonos superpuestos de 0,035 metros de grueso por su equivalente mecánico, tablón único de 0,05 metros de grueso, con lo que se aligeran de peso los tramos y se disminuye la fatiga de los portatablonos.

Reduciendo su anchura a 0,30 metros, su peso es de treinta kilogramos.

Organización de los carros.

El ideal sería que cada carro llevase un tramo completo de puente; pero, aparte del peso, existen dificultades de colocación del material, por lo que, por lo menos ahora, prescindiremos de este ideal y dispondremos que cada carro lleve un apoyo (pontón o caballete) y un tramo de tablero que se compone de 7 viguetas, 19 tablonos y medio tablón.

Si todos los carros de pontón fuesen iguales, e iguales entre sí los de caballete, como para cada tramo de tablero corresponden dos apoyos, sucedería que, utilizados todos los apoyos disponibles, sobraría tablero como para cubrir otro puente igual al construido.

Por esto introducimos el carro mixto, que lleva dos apoyos (uno de cada clase) y carece en cambio de tablero; solamente lleva dos viguetas cortas y dos viguetas largas, sobre las que asienta el pontón, que sirven para trincar los tramos correspondientes, y que se han quitado de los carros de tramo por estar suficientemente cargados.

Por consideraciones que luego veremos, se aumenta en una vigueta larga la carga de este carro.

Hemos procurado reunir el material homogéneo, y así se suprimen del carro de caballete el ancla y cabo de ancla, que pasan al carro de pontón, el cual llevará dos anclas y dos cabos.

Se suprime del carro de pontón el pie del número 0, y, en cambio, dotamos al de caballete de dos de esta clase; los pies del número 3, que se usan menos, sólo van en el carro mixto.

En el carro del caballete se disponen doce asientos para los hombres de la maniobra, cuatro a cada lado, mirando al exterior, dos mirando al frente y dos a la zaga.

Teniendo en cuenta que las operaciones de fuerza de carga y descarga del pontón, que corresponden a las voces de "a las viguetas" y "al brazo", se ejecutan entre doce hombres, podemos afirmar que en el carro de caballete va el personal de maniobra suficiente para efectuar la descarga y carga del carro de pontón; la misión que marca el Reglamento para las otras dos hileras de guiar el pontón puede encomendarse al jefe de la maniobra.

Hecho el estudio de los pesos correspondientes, se halla que el carro menos pesado es el mixto, con 2.000 kilogramos, y el más pesado el de caballete, cuando lleva la maniobra con 3.000 kilogramos; y aunque la carga sobre el eje más cargado no es tan desigual (1.420 y 1.720 kilogramos), creemos no es conveniente que dentro de una unidad, que debe ser todo lo homogénea posible, existan dos carruajes de tan distinto peso.

Es posible hacer otra repartición más equitativa del material, que consiste en que el carro de caballete lleve, además de la maniobra, dos caballetes ordinarios (pies de los números 1 y 2); en cambio, se le quitan 20 tablones, que pasan al carro mixto, el cual llevará en definitiva, además del pontón y las viguetas, 20 tablones y los pies especiales de caballete (número 0 y 3) (1).

Introducida esta variación, seguiremos enumerando las modificaciones introducidas.

Suprimimos del carro de caballete las banderolas, piquetes..., todo lo cual va en un carro que llamamos "de reconocimientos".

El bote Berthon, aunque muy ingenioso, prescindimos de él por su poca estabilidad y emplearemos para reconocimientos un pontón ordinario colocado en el carro sobre rodillos para facilitar su des-

(1) Para distinguir fácilmente el carro de pontón del carro mixto conviene lleven sus bastidores pintados de diferentes colores: verde y tierra sombra, por ejemplo.

carga; este carro va provisto de banderolas, pértiga de sondeos, sondaleza y demás efectos, y se disponen en el interior del pontón asientos para doce hombres, que son los que descargan el pontón; estos hombres no irán en el pontón en las formaciones de la unidad, sino solamente cuando el carro salga destacado para efectuar un reconocimiento.

También prescindimos del martinete, por considerar que un puente de pilotes se sale del concepto de puente de vanguardia, en que una de sus cualidades principales es la rapidez de su construcción, y todos sabemos lo lenta, penosa y llena de incidentes imprevistos que resulta la hinca de pilotes.

De los carros de herramientas se suprime todo lo relativo a herramienta del herrador y del guarnicionero y se introduce un auto-taller para reparaciones de los autotractores y un carro de herramientas con las del zapador, herrero y carpintero, efectos de reposito y de puentes volantes.

La unidad debe llevar, además, un auto aljibe, con instalación para captación y depuración de aguas.

Organización de la unidad.

Prescindiendo de los carros que son necesarios para subsistir en campaña (furgones, cocina...), ciñéndonos exclusivamente a los carros del pontonero, la unidad puede estar constituida por los siguientes carros:

- 10 carros de pontón.
- 10 carros mixtos.
- 10 carros de caballete.
- 1 carro de reconocimientos.
- 1 carro de herramientas.

Total, 32 carros.

El auto-taller puede estar afecto a una unidad mayor. El material transportado por la unidad es:

- 20 pontones.
- 20 caballetes.
- 100 viguetas largas.
- 90 viguetas cortas.
- 40 viguetas de trinca.
- 400 tablones.

LONGITUD DE PUENTE QUE PUEDE CONSTRUIR ESTA UNIDAD

Conviene recordar los siguientes datos de longitudes de tramos:

Tramo flotante largo	6,11
Idem íd. corto	4,72
Idem de caballete	5,50
Idem de transición, con vigueta corta	4,79
Idem especial de transición (vigueta corta)	6,19
Idem de transición en el puente ligero, para grandes cargas.....	4,41
Idem íd. íd. reforzado, para ídem íd.	3,76
Idem de caballete en el ídem íd., para ídem íd.	5,20

Conocidas estas longitudes, la total que puede construirse es:

I. Puente sencillo para grandes cargas.

9 tramos flotantes largos	54,99 metros.
10 ídem fijos	55,00 —
2 ídem de transición	8,82 —
<i>Total</i>	118,81 metros.

Tanto los tramos flotantes como los de transición se construyen con viguetas largas y son en total once tramos; como en los carros no van más que diez tramos, faltarían viguetas para un tramo, o sean, nueve viguetas largas; por esto hemos aumentado una vigueta larga en cada carro mixto, con lo que sobra una, que puede emplearse de contrapeso en el pontón de maniobra.

II. Puente reforzado para grandes cargas.

9 tramos flotantes cortos	42,48 metros.
5 ídem fijos	27,50 —
2 ídem de transición	7,52 —
<i>Total</i>	77,50 metros.

Se han empleado todos los pontones y todos los caballetes y ha sobrado el material siguiente: dos tramos de vigueta larga, tres tramos de vigueta corta y ciento cuarenta y nueve y medio tablones.

III. Puente normal (de cinco viguetas), reforzado.

La longitud viene limitada por el número de tablones que lleva la unidad; siendo éste de cuatrocientos, y 0,30 metros la anchura de cada tablón, la longitud que puede cubrirse es de 120 metros, con la facultad de colocar hasta veinte pontones.

Prescindiendo de los tablonos, considerando únicamente el material de apoyos y viguetas que lleva la unidad, podría tenderse la longitud siguiente:

Con 20 pontones y 95 viguetas largas = 19 tramos flotantes cortos.	89,68 m.
Con 16 caballetes, dos cuerpos muertos, 80 viguetas cortas = 16 tramos fijos	88,00 m.
Con 10 viguetas cortas = 2 tramos especiales de transición.....	12,39 m.
<i>Total</i>	<u>190,07 m.</u>

entre ejes de cuerpo muerto.

Si se considera interesante que esta unidad pueda cubrir esta longitud de puente normal habría que añadir a la composición de la unidad los carros necesarios para transportar los tablonos necesarios para cubrir los 70 metros que faltan de tablón; estos tablonos podrían ser de 0,035 metros de grueso, y se haría el paso de uno a otro tablón por medio de dos tablonos especiales de sección trapezoidal.

Pero esta consideración no la tendremos nosotros en cuenta.

Tampoco consideraremos el puente normal ligero, porque ya el Reglamento lo preceptúa insuficiente y sólo admite su construcción cuando sea imprescindible alcanzar una mayor longitud; como en nuestro caso ya hemos dicho que la longitud viene limitada por el número de tablonos, creemos está justificada esta omisión.

Descripción del carro.

Su organización es análoga a la del actual; todos los carros son iguales y se componen de un bastidor de acero laminado de 1,27 metros de anchura exterior formado de dos largueros de 130×70 milímetros por cinco metros de longitud, unidos por cuatro traversas de 40×120 mm., colocadas: una, cerrando el bastidor por delante; la segunda, a 1,20 m. de la anterior; la tercera, a 2,25 m. de la segunda; y la cuarta, cerrando el bastidor por la parte posterior.

Los largueros y traversas extremas son de sección en C, y las traversas intermedias en \cap , y van cosidas al ala inferior del larguero.

De cada travessa intermedia descienden dos pendolones de 0,30 metros de longitud, separados 0,64 m. entre ejes y colocados simétricamente respecto al eje longitudinal del carro, a los cuales va cosida una vigueta horizontal en sentido transversal del carro de

1,22 m. de longitud, que termina en cada extremo en una hebilla con una correa que puede abrocharse a otra hebilla fija al larguero.

El eje posterior es fijo y termina en dos manguetas en las que giran las ruedas sobre cojinetes de bolas.

Las ruedas son de disco; su diámetro, incluido el bandaje, es de un metro; la batalla es de 1,90 m., igual a la máxima anchura de los carros actuales (entre arandelas de los cubos).

El bastidor apoya en el eje posterior por intermedio de dos ballestas de seis hojas de 75 mm. de ancho por 8 mm. de grueso; su longitud es de 1,20 metros.

Por su parte anterior descansa sobre dos montantes separados 0,64 m. entre ejes, que se apoyan en un aro de fricción de 0,80 metros de diámetro, que va en el tractor; los cuatro puntos de intersección de los montantes con el aro van reunidos por una pieza en forma de cruz de San Andrés, que lleva en su centro la rangua del pivote y en sus extremos unas zapatas de bronce, que son las que directamente rozan con el aro.

El aro de fricción que forma parte del tractor descansa sobre el bastidor de éste por ocho muelles helicoidales de cuatro centímetros de altura; en su centro sale el pivote que atraviesa el bastidor del tractor de abajo arriba y se sujeta por encima de la rangua por un muelle helicoidal, un platillo y un pasador.

La rangua y el pivote no ajustan con precisión, sino que tiene un ligero huelgo que le permite tomar pequeñas inclinaciones y hace menos rígida la unión de ambos carruajes.

El carro así constituido resulta muy ligero: su peso puede calcularse en 460 kgs., de los cuales cargan 110 kgs. sobre el pivote y 350 kgs. sobre el eje portador.

La distancia del pivote al eje es de 3,30 m., igual a la distancia entre ejes de los carros actuales.

COLOCACIÓN DEL MATERIAL Y PESO DE LOS CARRUAJES

Carro de pontón.

Transporta el material siguiente:

18 tablonés, dispuestos en cuatro filas, las exteriores de cinco, las interiores de cuatro tablonés puestos de plano en sentido longitudinal del carro, debajo del bastidor y descansando sobre las viguetas suspendidas; abrochando la correa que llevan las viguetas en la hebilla del larguero quedan sujetos los tablonés.

Desabrochando estas hebillas se sacan con facilidad por el costado los tablonos de las filas exteriores; los de las interiores, que sólo son cuatro, se sacan por la zaga, levantándolos un poquito, pues van alojados en sus escotaduras extremas los pendolones a que nos hemos referido.

7 viguetas largas, de las cuales cinco se colocan centradas sobre el bastidor, con su garra anterior por fuera de la travesa delantera; y dos sobre los largueros.

1 aparato de roldana en las garras de las viguetas extremas, junto al tope de retención.

2 tablonos a los costados, de las viguetas centrales.

2 viguetas de trinca, puestas de canto sobre los tablonos anteriores, a los costados de las viguetas centrales.

1 pontón, descansando por sus zapatas extremas en las viguetas que están sobre los largueros.

Colocado en el interior del pontón va el siguiente material: 2 fondos de pontón, 2 tablonos de 35 mm. de grueso, 6 toletes; 1 achicador, 1 bomba, 2 cuñas, 2 martillos, 2 garras móviles, 1 bichero, 6 remos sobre los tabiques, 2 cabos de ancla, 2 boyas, 4 amarras, 25 trincas, 15 trincas de palanqueta y 1 cabo guardalado.

2 anclas suspendidas del bastidor a continuación de los tablonos.

El peso del carruaje es de 676 kgs. sobre el pivote.
1.650 kgs. sobre el eje.

Total..... 2.326 kgs.

Carro mixto.

Transporta el material siguiente:

18 tablonos dispuestos en la misma forma que en el carro de pontón.

3 viguetas largas, de las cuales una centrada sobre el bastidor con su garra anterior por fuera de la travesa delantera, y dos sobre los largueros, detenidas por el tope de retención.

1 aparato de roldana, alojado en las garras delanteras de las viguetas que están sobre los largueros y tocando el tope de retención.

2 viguetas cortas enrasadas por su extremo anterior con la vigueta central y a los costados de ésta.

2 pies del núm. 3 a los costados de las viguetas cortas y enrasando con ellas por su extremo anterior.

2 tablonos a los costados de los pies del núm. 3, y correspondiéndose con los que están debajo del bastidor.

2 viguetas de trinca puestas de canto sobre los tablonos anteriores y a los costados de los pies del núm. 3.

2 pies del núm. 0, sobre los tablonos a los costados de las viguetas de trinca y con su cabeza a la altura de la escotadura del tablón.

1 pontón sobre las viguetas extremas y con el mismo material que el del carro de pontón.

2 anclas suspendidas del bastidor en la misma forma que en el carro de pontón.

El peso del carruaje es de 711 kgs. sobre el pivote.
1.597 kgs. sobre el eje.

Total..... 2.308 kgs.

Carro de caballete.

Transporta el material siguiente:

7 viguetas cortas, cinco de ellas centradas sobre el bastidor engrarradas en la travesa delantera, de modo que su uña exterior la toque por fuera; las otras dos con las garras hacia arriba sobre las extremas anteriores.

2 cumbreras sobre las tres viguetas centrales y enrasando con ellas por su parte posterior.

4 pies del núm. 2: dos sobre las viguetas extremas, con la punta hacia adelante, enrasando con el extremo anterior de la cumbre; los otros dos sobre los anteriores, en la misma forma.

4 pies del núm. 1, dos puestos de plano sobre las cumbreras, con la punta hacia adelante, enrasando con su extremo anterior.

4 cadenas dobladas por la mitad y enganchadas en las cabezas de los pies del núm. 2.

4 zapatas, sobre las cumbreras, junto a las cabezas de los pies del núm. 1.

2 asientos de cuatro plazas, de 1,80 m. de largo, sobre los largueiros, equidistante 1,60 de los extremos del bastidor; tiene por respaldo el material, y su ancho es de 0,40 m.; el asiento es relleno de pelote.

2 conchas para apoyar los pies, correspondiéndose con los asientos anteriormente citados.

4 asientos individuales, con respaldo y concha para los pies, pues-

tos a los costados del material, dos mirando al frente y dos a la zaga, de $0,40 \times 0,45$.

Todos los asientos llevarán correas para sujetarse el personal y evitar salgan despedidos en los movimientos bruscos del carro.

12 hombres equipados sobre los asientos descritos.

El peso del carro es de 787 kgs. sobre el pivote.
1.640 kgs. sobre el eje.

Total..... 2.427 kgs.

Carro de reconocimientos.

Transporta el material siguiente:

1 pontón con su aparejo, como el del carro de pontón, con dos cabos de ancla, 4 amarras, 2 bocinas, 2 rezones, 1 salvavidas, 1 sonda, 2 mazos, 12 piquetes, 12 jalones, 2 brújulas, 2 pértigas de sondeo y cuatro asientos de tres plazas colgados de las bordas del pontón; el pontón va apoyado por sus zapatas extremas en dos tabloncillos colocados sobre los largueros.

Unidos a éstos por visagras van otros dos tabloncillos, que en marcha van levantados y que abatidos forman dos andanadas a los costados del pontón y que sirven para descargarlo.

Detrás de la travesa posterior lleva un rodillo que sirve para facilitar la carga y descarga del pontón.

2 anclas colgadas del bastidor, en la misma forma que en el carro de pontón.

12 hombres sentados en los bancos.

El peso de este carro es de 750 kgs. sobre el pivote.
1.633 kgs. sobre el eje.

Total..... 2.383 kgs.

Carro de herramientas.

Transporta el material siguiente:

I. *Herramienta de zapador*.—6 azadas, 2 barras de pie de cabra, 4 barras de mina, 2 espeques grandes y 2 pequeños, 4 hachas de dos manos y 8 de una mano, 20 marrazos, 12 palas y 16 zapapicos.

II. *Herramienta de carpintero*.—Que se detalla en el Reglamento y que va dispuesta en su caja.

III. *Herramienta de herrero.*—Que se detalla en el Reglamento; la menuda va dispuesta en su caja, y sobre el bastidor lleva: 1 bigornia, 1 fragua y 100 kilogramos de carbón.

IV. *Efectos de repuestó.*—4 cadenas de suspensión, 4 zapatas de caballete, 4 pivotes, 1 eje, 2 ballestas, 2 ruedas, 2 anclas, 2 cabos de ancla y herrajes de todas clases.

V. *Efectos varios.*—2 bocinas, 12 hachas de viento, 12 mazos, 2 pértigas de sondeo, 60 piquetes, 2 rezones, 2 salvavidas, 2 sondalezas, 16 jalones, 2 crics, 28 hombreras para los portaviguetas y 12 linternas con luz blanca, verde y roja.

VI. *Material de puentes volantes.*—4 aparatos de polea, 1 torno y 1 fiador de 200 metros de longitud.

Su peso es de 800 kgs. sobre el pivote.
1.680 kgs. sobre el eje.

Total..... 2.480 kgs.

TRACCIÓN Y CONDICIONES DE MARCHA

Adoptamos la tracción por tractor provisto de oruga de caucho endurecido; el tractor con remolque tiene el inconveniente de no poder marchar atrás a no ser que la maniobra guíe el carro, pero tiene sobre el camión la ventaja de una mayor elasticidad, que le hace a propósito para transitar por malos caminos y adaptarse a curvas cerradas.

El material va sobre el carro ya descrito, cuyo bastidor se apoya en un eje portador y en un pivote solidario del tractor.

En el Reglamento se hacen las consideraciones oportunas acerca de las condiciones de los carruajes y de las cargas, consideraciones extensivas a los carros que proyectamos, pues ya hemos dicho que sus dimensiones son las mismas; la distancia del eje al pivote es de 3,30 metros; la longitud del bastidor se ha aumentado en cuatro centímetros por su extremo anterior, por lo que puede decirse que son idénticos; la carga va a la misma altura e igualmente colocada respecto del eje posterior; además, se ha mejorado en lo siguiente: las llantas con bandajes de goma son mucho más anchas que las llantas de hierro; la batalla se ha aumentado merced a la forma de las ruedas, sin aumentar la anchura total del carruaje; los tabloncillos se han dispuesto debajo del bastidor, todo lo cual aumenta la estabilidad del carruaje y mejora, por tanto, sus condiciones de marcha.

Como el tractor con oruga puede girar sobre sí mismo, podemos

asegurar que este carruaje girará en el mismo espacio en que pueda hacerlo un carro de los actuales con su ganado.

Tan idénticos son los carros a los actuales que podría ser objeto de un estudio el aprovechamiento de los existentes, sin más que cambiar las ruedas y ejes.

El tractor.

El tractor debe estar provisto de oruga de caucho endurecido que le permita transitar por terrenos blandos y encharcados sin temor al patinaje; siendo la oruga de caucho y no metálica puede circular a gran velocidad por las carreteras sin deteriorarlas más que otro vehículo ordinario.

Consideramos insustituible la oruga para garantizar la marcha de la unidad sin entorpecimientos por los pésimos caminos que suelen existir en las proximidades de los ríos; y no se nos objete que puesto que el puente es para grandes cargas los zapadores pondrán el camino en condiciones para el paso de éstas y, por tanto, de la unidad de puentes..., pues la construcción del puente requiere un cierto tiempo y el avance de los Ejércitos se hace escalonadamente, y así van delante Infantería y Caballería, luego la Artillería ligera, escalón ligero y, finalmente, escalón pesado; en todo este tiempo han podido los zapadores, trabajando con afán, desbrozar, ensanchar o cubrir de fajinas, si es preciso, el camino para que pasen estas últimas cargas; pero la unidad de puentes, que ha debido llegar con los primeros, antes de que los zapadores hayan tenido tiempo de arreglar el camino, es preciso disponga de un material a prueba de obstáculos que asegure poder salvar todas las dificultades.

Supuesto aceptado el tractor con oruga de caucho fijaremos, aproximadamente, sus dimensiones:

El diámetro de las ruedas no debe exceder de 0,75 metros, incluída la zapata del oruga, para permitir que en los giros muy pronunciados entre la cola del tractor debajo del bastidor del remolque.

La distancia de la cabina del conductor al pivote no debe ser inferior a 1,55 metros, para evitar que la tropiece el pontón.

La distancia entre ejes no debe ser excesiva, 2,60 metros nos parece aceptable; esta condición viene facilitada por la circunstancia de que el eje más cargado debe ser el delantero, ya que el posterior lleva la sobrecarga que le transmite el carro del material, por lo que el radiador puede ir muy avanzado respecto del eje delantero.

La distancia del pivote al eje posterior tampoco debe ser excesiva, y la hemos fijado en 0,40 metros.

Si el peso del tractor es de 1.500 kilogramos, cargando 1.000 kilogramos sobre el eje delantero y 500 kilogramos sobre el posterior y tomamos el carro tipo de 2.500 kilogramos (peso superior al del más pesado), cargando 800 kilogramos sobre el pivote y 1.700 sobre el eje portador, el conjunto de tractor y remolque formará un tren de tres cargas (prescindiendo de la repartición de cargas en el interese por rodillos y oruga), cuyos valores serán: 877 kilogramos la primera, 1.423 kilogramos la segunda, a 2,60 metros de la anterior, y 1.700 kilogramos la tercera, a 3,70 metros de la segunda.

Hemos de llamar la atención sobre el efecto de la distancia del pivote al eje posterior del tractor; es un efecto de báscula que tiende a levantar el tractor por delante, haciéndolo girar sobre sus ruedas traseras; este efecto se traduce en una disminución del peso en el eje delantero con la correspondiente sobrecarga en el posterior.

Se comprende que aumentando aquella distancia puede conseguirse hasta que todo el peso del tractor grave sobre su eje posterior; pero es preciso no abusar, pues en los cambios bruscos de dirección el tractor oruga al girar da un verdadero coletazo que se traduce en un fuerte tirón del remolque, el cual padece consiguientemente, y este coletazo y tirón se agravan con el aumento de aquella distancia.

Hemos aceptado la distancia de 0,40 metros en atención a disminuir la longitud del oruga.

Potencia.—Hemos tomado el carro tipo de 2.500 kgs. y hemos supuesto el peso del tractor de 1.500 kgs.; introducimos este peso a fin de darnos idea de la potencia del tractor en la llanta y no la potencia en el gancho, que sería la correspondiente al remolque solo, pues es preferible considerar el conjunto.

El esfuerzo de tracción por carretera se ha fijado en 30 kgs. \times tonelada; si la velocidad de marcha ha de ser, por ejemplo, 36 kilómetros \times hora = 10 metros \times segundo, la potencia será: $30 \times 4 \times 10 = 1.200$ kgs. \times segundo = 16 CV.

Cuando transite por malos caminos o terrenos reblandecidos no será temerario doblar aquel coeficiente de tracción y el esfuerzo necesario será $60 \times 4 = 240$ kgs.

Si en este mal camino ha de subir rampas del 10 por 100, el esfuerzo por este concepto será: $4.000 : 10 = 400$ kgs., y el esfuerzo total la suma de los dos e igual a 640 kgs., aplicándole la potencia obtenida anteriormente, la velocidad resultante en estas pésimas condiciones será: $\frac{1.200}{640} = 1,87$ metros \times segundo = 6,700 kiló-

metros \times hora, velocidad aceptable, ya que no se darán continuamente aquellas desfavorables condiciones, además de que no es tan interesante lograr una gran velocidad como la seguridad de que la marcha se efectuará sin interrupciones.

Además, aumentar la potencia del tractor para lograr una mayor velocidad, en este caso más desfavorable de mal camino y rampa de 10 por 100, es desaprovechar la potencia del tractor, que dará para carreteras velocidades que no ha de poder adquirir.

No hemos considerado el peso adherente y fórmulas de rozamiento por considerar no son aplicables a la especial forma de propulsión del oruga, pero a todas luces se ve que es suficiente para transmitir el esfuerzo necesario.

La potencia del tractor la fijamos en 15-20 CV.

Si al estudiar la parte económica se considera excesivo el coste de los tractores oruga y se decide prescindir de este accesorio, no hemos de perder de vista que lo corriente será transitar por caminos sin afirmar, con grandes baches, por lo que la propulsión debe efectuarse por las ruedas delanteras, pues está probado que es más regular la marcha y se aprovecha mejor el esfuerzo tirando que empujando; pero cómo el eje delantero es el menos cargado, tendremos un mínimo peso adherente, por lo que será conveniente que el tractor sea de acción motriz a las cuatro ruedas.

Deben llevar, además, las llantas unos ganchos a propósito para quitar y poner con facilidad unas cadenas por encima de los bandajes que aumenten la adherencia cuando transiten por terrenos muy reblandecidos.

Otro inconveniente del tractor sin oruga es que por muy pequeña que sea su distancia entre ejes existe un radio mínimo de giro en sus cambios de dirección, por lo que ya no podremos asegurar, como lo hacíamos antes, que tractor y remolque giren en el mismo espacio que el carro con su ganado, es decir, que, aunque parezca una paradoja, al suprimir el oruga del tractor hemos restado "ligereza" a la unidad de puentes.

ORGANIZACIÓN DE LA MANIOBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE SENCILLO PARA GRANDES CARGAS

La fuerza de la unidad será preciso aumentarla en relación a la mayor fatiga que supone una longitud de 118 metros de puente de esta clase.

El número de secciones y su composición es como sigue:

	Sarg.	Cabos	Pont.º	TOTAL
1.ª de navegación	1	1	8	10
2.ª ídem	1	1	8	10
3.ª ídem	1	3	6	10
4.ª ídem	1	1	8	10
5.ª ídem	—	1	4	5
1.ª portaviguetas	—	1	14	15
2.ª ídem	—	1	14	15
1.ª portatablones	—	1	20	21
2.ª ídem	—	1	20	21
Cubridores	—	2	2	4
Trincadores y guardalados	—	1	8	9
Parque	1	—	8	9
<i>Total</i>	5	14	120	139

Los ciento veinte hombres de maniobra se colocan sobre los diez carros de caballete, y las clases y otros soldados indispensables, como herrero, carpintero, practicante, en los tractores, junto a los conductores de los mismos.

Maniobra general para la construcción del puente sencillo para grandes cargas.

A la voz que da el capitán "a construir el puente", las Secciones hacen lo siguiente:

4.ª *Sección de navegación*.—Media Sección, al mando del sargento, transporta el material del cuerpo muerto; la otra media Sección, con el cabo, marcha al embarcadero y prepara los dos quintos pontones; pero si se han de establecer caballetes, esta media Sección transporta el primer caballete intermedio y después de establecido el primer caballete de tramo lo coloca toda la Sección y siguen transportando y colocando caballetes intermedios; una vez colocados todos los caballetes intermedios de primera orilla, tripula, fondea y establece los cuartos pontones y luego los octavos pontones.

3.ª *Sección de navegación*.— Si se han de establecer caballetes con pontón de maniobra, tripula este pontón y establece los caballetes de tramo.

Si se establecen caballetes sólo a brazo, media Sección entra en el agua para colocar los caballetes de tramo; mientras la otra media Sección marcha al embarcadero a preparar los terceros pontones.

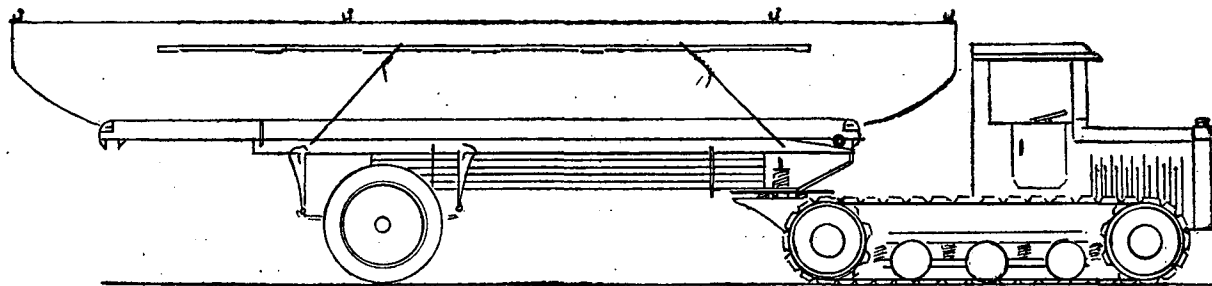


Fig. 1.—Carro de pontón.

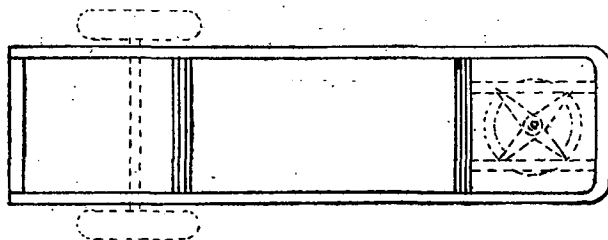


Fig. 2.—Bastidor.

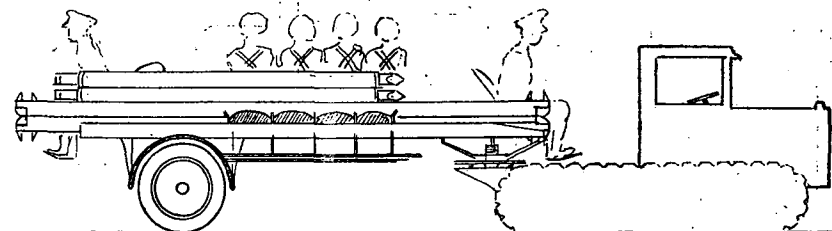


Fig. 3.—Carro de caballete.

Colocados los caballetes de tramo, toda la Sección reunida tripula, fondea y establece los terceros y séptimos pontones.

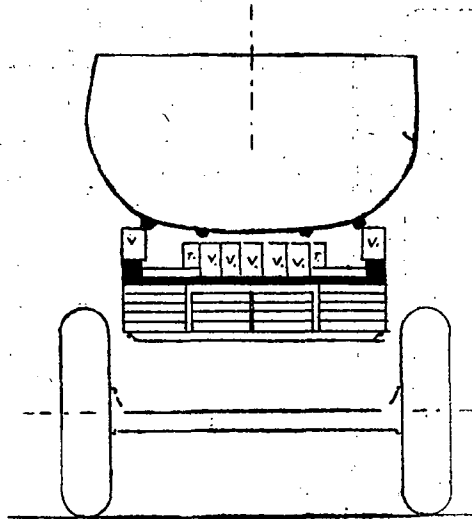


Fig. 4. - Carro de pontón.

2.ª Sección de navegación.—Si se establecen caballetes sólo a brazo o sólo con pontón de maniobra, media Sección transporta y entre-

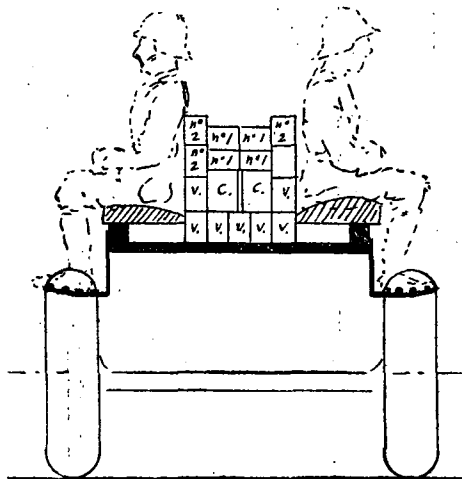


Fig. 5. - Carro de caballete.

ga a la tercera Sección todos los caballetes de tramo; la otra media Sección prepara los segundos pontones.

Si se establecen caballetes a brazo y otros con pontón de maniobra, esta media Sección entra en el agua y coloca los que se establezcan a brazo, que le entregará la otra media Sección; una vez colocados, marcha al embarcadero a preparar los segundos pontones, mientras la otra media Sección sigue entregando a la tercera Sección los caballetes que se han de establecer con pontón de maniobra.

Una vez conducidos todos los caballetes de tramo se reúne la Sección y tripula, fondea y establece los segundos, séptimos y décimos pontones.

1.ª Sección de navegación.—Si se han de colocar caballetes con pontón de maniobra, tripula y fondea a la distancia conveniente la compuerta auxiliar para que sirva de primeros pontones.

Si se han de colocar caballetes con pontón de maniobra en segunda orilla, la Sección de navegación que primero termine de establecer pontones tripulará el pontón de maniobra y establecerá con él los caballetes de tramo prefijados.

La Sección que termine en segundo lugar transportará y entregará a la anterior los caballetes de tramo.

La Sección de navegación que termine en tercer lugar transportará y colocará todos los caballetes intermedios de segunda orilla.

Si también se han de establecer caballetes a brazo, media Sección de la que terminó en segundo lugar entrará en el agua para colocarlos, los cuales le entregará la otra media Sección, continuando así hasta colocar el cuerpo muerto de segunda orilla.

Para la navegación con los pontones apareados serán timoneles el sargento y el cabo más antiguo de la Sección.

5.ª Sección de navegación.—De reserva, tripula un pontón que se sitúa aguas arriba para aprehender y llevar a la orilla los flotantes de cualquier clase que pudieran destruir el puente; si se utilizan todos los pontones tripula el de reconocimientos.

1.ª y 2.ª Secciones de portaviguetas.—Tienen los mismos cometidos que en el puente de cinco viguetas.

1.ª y 2.ª Secciones de portatablones.—Idem, íd., íd.

Cubridores.—Tienen la misma misión que en el puente de cinco viguetas; la forman dos parejas de cabo y soldado; el cabo, que es el que lleva la alineación, se colocará al costado correspondiente.

Trincadores y guardalados.—Tienen la misma misión que en el puente de cinco viguetas.

Parque.—Hemos reforzado esta Sección y puesto a su frente un sargento, por considerar que es de suma importancia la ordenación

del Parque y la distribución del material cuando a continuación del repliegue se ha de cargar el material en los carros.

Las operaciones del repliegue son inversas a las de construcción.

FRACCIONAMIENTOS DE LA UNIDAD

La organización que hemos presentado no es perfecta ni este artículo puede tomarse como una solución; es solamente la entrada en materia en un problema que existe y, desde luego, interesante.

El mayor inconveniente seguramente de la unidad que hemos presentado es el no prestarse a su fraccionamiento, a no ser que se empleen el mismo número de pontones que de caballetes; de otro modo se transportará una gran cantidad de material sobrante, y el número de carros será desproporcionado a la longitud de puente que se trata de construir.

CÁNDIDO ITURRIOZ.

El selenio en sus célebres células

Al estudiante que comienza el curso de Química—por lo menos a mí me pasó en la inolvidable Academia de Guadalajara, allá cuando corría el 1896—y por primera vez se echa a la cara la larga lista de los cuerpos o elementos químicos, le sucede algo semejante a lo del ujier de cualquier Asamblea o Congreso el día de apertura y posesión de sus nuevos miembros. Salvo a los de adquirida fama, cuyos rostros vienen de tiempo luciéndose ante los objetivos de los reporteros gráficos, el pobre empleado a los demás no los conoce, debiendo empezar la ardua tarea de casar nombres con fisonomías. Así, nuestro Berthelot en ciernes, al leer el cuadro, se alegra de reconocer el hierro, el oxígeno, el cobre; mas cuánto repetirá los nombres: cadmio, estroncio, talio, molibdeno, para quedarse con ellos. Y sigue el parangón: Andando los días, el ujier verá surgir de aquel grupo de desconocidos al primate, quien ganará plaza, donde se codeará con los consagrados. El antiguo alumno, hombre de carrera ya, tendrá que habérselas con algún cuerpo que desde una olvidada página del texto de Química hace irrupción en el maravilloso y cada vez más vasto campo de las ciencias aplicadas, atrayendo las

miradas de técnicos y estudiosos. Así nos ha ocurrido a los *ocho-centistas* con el selenio. Escribir acerca de sus células, de sus características, de sus aplicaciones, en las revistas científicas, es de actualidad.

... Cuando, en aquellos tiempos, tras el azufre se estudiaba el selenio, aprendimos su propiedad, según la cual su conductibilidad eléctrica es notablemente mayor a la luz solar que en la oscuridad, propiedad en que se fundaba el fotófono de Graham Bell, descubierto en 1880, y que había sido descubierta poco tiempo antes por el ingeniero inglés May, en ocasión de estar efectuando medidas de resistencia de cables transatlánticos, las que diferían estando o no al Sol. Pero, no obstante esto, acabó el siglo XIX sin que adquiriera resonancia la hoy célebre propiedad, alrededor de la que los físicos continuaron laborando, distinguiéndose entre ellos el alemán Ruhmer, quien en 1906 ideó un dispositivo en virtud del cual la célula de selenio se montaba en una ampolla vacía de aire: remedio contra la inestabilidad del selenio cristalizado. A los pocos años se puntualizaron las dosificaciones de las mezclas con el azufre o el telurio, después de observar que el selenio químicamente puro no tiene condiciones electroluminosas. Se comprueba seguidamente que se obtiene mayor variación de resistencia al aumentar la superficie de selenio expuesta a la luz, y al disminuir el trayecto de la corriente a través de la materia. Además, la capa activa debe ser poco espesa, pues las capas profundas no sufren acción luminosa directa en caso contrario y la parte activa resultaría así reducida, disminuyendo la sensibilidad del dispositivo. La figura 2 muestra una mejor disposición que la figura 1 respecto al trayecto de la corriente a través del selenio.

A los efectos de obtener la mayor superficie posible de selenio, Ruhmer, Ancel, Fritts, Río y los demás físicos dedicados a esta especialidad fueron construyendo células y perfeccionándolas a base de una sustancia aisladora sobre la que se devanan hilos o bandas metálicas unidos por delgada capa de selenio. La ficha del metaloide crecía en datos.

Y llegó la hora de la popularidad para el Se. en la tercera década de este siglo. El cinematógrafo, aunque mudo todavía, revolucionaba, mejor dicho: desconcertaba la vida de la Humanidad. En los gabinetes de física, en los laboratorios regentados por la ciencia pura, se estudiaba la manera de que hablasen las imágenes en la pantalla. Ejércitos de buscadores persiguen la solución. Se da, por lo pronto, con el modo de transformar las variaciones de la corrien-

te microfónica en inscripciones fotográficas sobre el borde de la película. Contribuyó a ello poderosísimamente los progresos del galvanómetro; se idea el oscilógrafo. El espejo unido ingeniosamente al tren móvil del aparato lleva a la película sensible, mediante la reflexión, la luz de un foco. Pasma sólo el saber que una diezmilésima

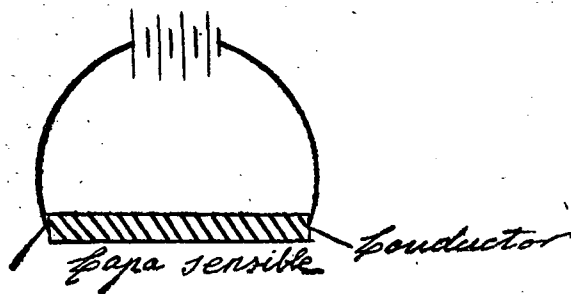


Fig. 1

de segundo basta para que la parte giratoria realice una oscilación completa. Ya están registradas en el *film* los sonidos con todas sus sutiles modalidades. Pero, ¿cómo se metamorfosean después los tonos luminosos de una imagen fotográfica en los sonidos deseados? Dice a este respecto un escritor francés que "ni Ovidio hubiese imaginado semejante metamorfosis". La máquina, de la que el oscilógrafo es la *rueda catalina*, no es reversible como la de los salchichones de Chicago. Mas, al fin, dan los físicos con la ya nombrada ficha del se-

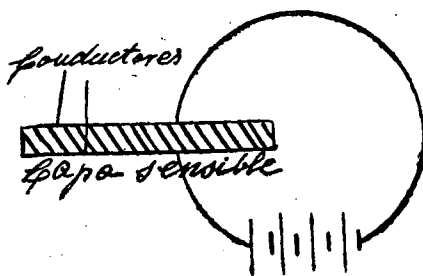


Fig. 2

lenio, y he aquí la solución: la célula del selenio. El pequeño fragmento de selenio que se coloca en el circuito del micrófono, al recibir el haz luminoso, previamente pasado por la película, establece

las variaciones en la corriente de aquél, y los micrófonos con los amplificadores hacen lo demás.

* * *

Características de las células de selenio.—Los efectos más sensibles los producen los rayos invisibles del espectro, particularmente los anaranjados. Se acusa la sensibilidad del selenio con los rayos X para longitudes de onda de 0,2 a 0,3 *angstroms*, sin que los efectos obtenidos sean utilizables a causa de otros fenómenos que impiden toda medida precisa. Su conductibilidad aumenta con la temperatura. Una resistencia de 800.000 ohmios a 10° baja, a 40°, a 700.000, llegando a temperaturas muy bajas a ser un perfecto aislador. A más humedad, menos sensibilidad. El humo del tabaco, los gases deletéreos y gases oxidantes las alteran. Disminuye su sensibilidad con el tiempo, con corrientes demasiado intensas e iluminaciones muy violentas. Todos estos inconvenientes exigen precauciones al construir el sistema, y eso que su pequeñez es grande al lado de los dos considerables: la inercia y la histéresis. Por la inercia, tanto a la iluminación de la célula como a la oscuración, la aguja del galvanómetro intercalado en el mismo circuito que la célula marca con retraso de algunas centésimas de segundo. Además, se ha comprobado que en el momento del iluminado, la ascensión de la aguja del galvanómetro continúa, algunas veces, varios minutos después de haber sido alcanzada la intensidad máxima, mientras que inversamente, en la oscuración, la aguja, tras una brusca caída, no vuelve a su posición primitiva sino después de algunos instantes, y algunas veces de algunas horas, más tarde que el cese de todo fenómeno óptico. Como si el selenio quedase impregnado de luz. Al repetir varias veces esta experiencia y representarlas por los resultados, en gráficos, se han obtenido curvas semejantes, comparables a las que se obtienen del efecto de la histéresis magnética. Modificando la estructura cristalina del selenio gris y con preparaciones que conocen muy pocos especialistas se han realizado las células blandas, muy sensibles pero de *remanencia* e inercia acentuadas; y las duras, poco sensibles, más de *remanencia* e inercia atenuadas.

Las células de selenio, nuevo modelo, ofrecen una resistencia en la oscuridad menor de un megaohmio. Hay células cuya resistencia en la oscuridad es de 170.000 ohmios, y baja a 17.000 colocándolas a diez centímetros de una bombilla incandescente de dieciséis bujías, a 20°. Así es que la célula de selenio permite descubrir o re-

velar iluminaciones cien veces más débiles que las sensibles al ojo humano: una fracción infinitesimal de microlumen. La célula blanda consiente accionar directamente un relevador de cuadro móvil y sensible, según los casos, a 50, 100, 200, hasta 600 microamperios. Asociando la célula a una lámpara amplificadora T. S. H. se obtiene una mayor sensibilidad con aplicaciones a utilizar la célula como resistencia de rejilla. Entre los dispositivos ideados para perfeccionar los montajes y evitar el inconveniente citado más arriba de no obtener en el momento de reposo el 0 experimental o de oscuración, a consecuencia muchas veces de la inconsecución de evitar la saturación de la corriente placa filamento, citaré el del señor Río: montaje en puente de Wheatstone, que tiene la ventaja de su gran sensibilidad y de permitir la anulación, en el momento de reposo, de dicha corriente. Dos elementos de pila, A y B, y dos resistencias, R y r, de las cuales una, r, es la misma célula, están montados en las ramas del puente. La rama diagonal está constituida entre un punto de equilibrio, O, que reúne las dos baterías, y el punto de enlace común a R y a la célula. Siendo E y e las respecti-

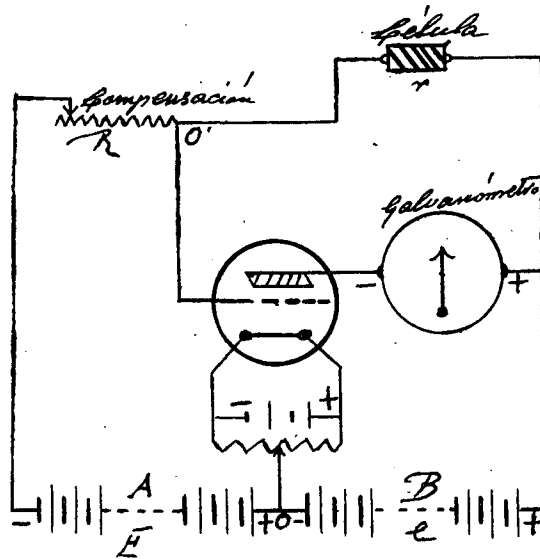


Fig. 3

vas fuerzas electromotrices de A y B, el equilibrio de la rama diagonal estará realizado cuando la fórmula $\frac{E}{R} = \frac{e}{r}$ se cumpla. El espacio rejilla de una lámpara triodo está conectado con O y O'. En

condiciones de equilibrio, en la rama diagonal la corriente es nula y el potencial de la rejilla de la lámpara igual a cero. A este estado de equilibrio corresponde igualmente una cierta corriente placa filamento, función de las características de la lámpara. Al variar la resistencia, r , de la célula, varía el potencial entre la rejilla y el filamento de la lámpara. A esta variación de potencial corresponde otra de la corriente placa que se lee mediante un miliamperímetro, correspondiendo grandes variaciones de corriente placa a las débiles de tensión rejilla. Al variar la resistencia de compensación, R , se puede siempre equilibrar el puente por un cierto estado eléctrico de la célula. Este montaje es el del útil aparato llamado selenómetro. En él se usa la célula de selenio lo mismo para un aumento del alumbrado incidente que para una disminución del mismo o una completa oscuración de la célula.

* * *

Empleo de las células de selenio.—En primer lugar, para traducir eléctricamente las variaciones luminosas de mayor o menor frecuencia, y sobre todo de frecuencia musical: su más vulgar empleo, en el *cine*. Pero como las glorias de este mundo pasan pronto, incluso en la ciencia, a las células de selenio les vienen pisando los talones las células fotoemisoras, las llamadas fotoeléctricas, las fundadas en el efecto Hertz. Realmente, las células de selenio también pueden llamarse fotoeléctricas, que el fenómeno que las caracteriza es netamente fotoeléctrico. Pero hay que rendirse al uso y éste llama fotoeléctricas a esas células constituidas por un tubo que contiene un gas convenientemente rarificado, tubo que está provisto en sus extremos de sendos electrodos metálicos, uno de ellos, el negativo, de un metal particularmente sensible al efecto Hertz. Estas células se emplean hoy más que las de selenio para las transformaciones rápidas de efectos luminosos en efectos eléctricos. Las grandes aplicaciones de las de selenio, actualmente, están en la telemecánica y en la fotometría.

En telemecánica sirve la célula de selenio, por su gran sensibilidad, para mandar a distancia el circuito de un aparato cualquiera, de un motor, de una lámpara de alumbrado y hasta de un porte de T. S. H. con la ayuda de un relevador primario, cuadro móvil, que obra sobre un secundario polarizado. Se las ha ensayado en accionar señales ferroviarias mediante el haz luminoso proyectado por una linterna especial montada en las locomotoras. Sirven para el

encendido y apagado automáticos de los candelabros. Para los pasos subterráneos de automóviles, cuyo alumbrado de día es difícil, dado que la luz ha de regularse en el interior en función de la diurna exterior con el fin de no deslumbrar a los conductores. En resumen: el aficionado a telemecánica tiene ancho campo donde emplear las células de selenio.

Fotometría: Citaremos los aparatos automáticos que registran las variaciones de iluminación durante el curso del año; los que realizan efectos fonofónicos, como los fonógrafos del cinematógrafo y el selenófono. En 1926 se ha construido, con la ayuda de la célula de selenio, un aparato que mide las radiaciones ultravioletas y se llama selenouviómetro. La nueva unidad, el uvión, la define el señor Río como la intensidad de una radiación ultravioleta, espectro heterogéneo que disipa en un segundo de la superficie de un centímetro cuadrado de mercurio una unidad electrostática C. G. S. a la presión barométrica de 760 milímetros. Es importantísimo para la terapéutica la dosimetría en el dominio del ultravioleta, siendo muy curiosos estos estudios, en los que no entro ahora por creerlos fuera de lugar.

Las células de selenio, las decanas de los elementos fotoeléctricos, se han perfeccionado notablemente en estos últimos años, lo que les augura vastas aplicaciones y la confirmación en el lugar de preferencia a que hemos visto llegar al cuerpo descubierto por Berzelius, en 1817, en piritas procedentes de las islas Lipari.

MARIO DE LA ESCOSURA.

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

La Policía aérea internacional.

En la prolongación de la Conferencia del Desarme que actualmente se celebra en Ginebra, la limitación y reducción de los armamentos aéreos vuelve a constituir uno de los puntos esenciales y más difíciles de resolver para llegar a la solución del magno y complejo problema, objetivo de esta Conferencia: el de asegurar la paz mundial.

Se nota en esta segunda etapa de las sesiones un evidente pro-

greso hacia las soluciones radicales, desde luego no el suficiente para que pueda esperarse que han de ser adoptadas, pero que permite hablar y discutir cuestiones que el año pasado la mayor parte de las naciones no podían considerar en serio.

Tal es la de la abolición absoluta de la Aeronáutica militar y naval que en la primera etapa de la Conferencia del Desarme era considerada sólo como un alarde de extremismo presentado por alguna nación, como España, de exaltados sentimientos pacifistas, y que en la etapa actual se supone constituir la aspiración unánime de todas las naciones, pues las no partidarias de esta medida tan radical ocultan cuidadosamente su opinión contraria, procurando evitar el definirse concretamente en este punto, por lo que solamente puede adivinarse su disconformidad por la sistemática obstaculización que ofrecen a toda discusión y a todo acuerdo referente a él.

Como, de todos modos, existe una aparente unanimidad en el deseo de abolir la Aeronáutica bélica en todos sus aspectos, la Comisión General de la Conferencia ha encomendado al Comité del Aire el estudio de las medidas que habría que adoptar, referentes a la Aeronáutica civil, para que la abolición total de la militar sea posible—puesto que se da por seguro que es deseada por todas las delegaciones al no manifestarse ninguna opinión en contra—, pues, naturalmente, al suprimirse toda la Aeronáutica militar, la civil adquiriría, automáticamente, un valor militar que dejaría en condiciones de indefensión a las naciones que no la tienen desarrollada con relación a las que poseen una abundante red de líneas aéreas con numeroso y potente material de aviones de transporte, que pueden transformarse en formidables máquinas de guerra si no existe una Aviación militar de defensa encargada de combatir las.

El Comité aéreo ha opinado por unanimidad que, para que la abolición total de la Aeronáutica militar sea posible, es necesario, pero no suficiente, someter a la Aeronáutica civil a una reglamentación; que, al no bastar esta reglamentación, era necesario establecer un "control" internacional, medida que la mayor parte de las delegaciones consideran también insuficiente para evitar el empleo militar de la Aeronáutica civil, por lo que se propone, además, la internacionalización de toda la Aeronáutica civil, según normas que ya hemos expuesto anteriormente, pero que, a su vez, tampoco cree el Comité aéreo que puedan bastar si no se cuenta con una fuerza de Policía Aérea Internacional encargada de vigilar y de obligar al cumplimiento de los acuerdos que se adopten.

Las misiones de esta P. A. I. serían, pues, de información y de

represión, y ambas podían desarrollarse en tiempo de paz o en tiempo de guerra.

La información se ejercería por delegados o agregados de la P. A. I. en cada nación, o en cada ejército combatiente, provistos del material volante necesario, los cuales darían cuenta al organismo director de la P. A. I., o a la Sociedad de Naciones, de las noticias referentes al cumplimiento de los acuerdos sobre la Aeronáutica en el país respectivo.

La misión de represión ante la falta de cumplimiento de estos acuerdos, habría de hacerse por las fuerzas aéreas de la P. A. I., distinguiéndose los casos de tener que efectuarse la represión contra aeronaves en el aire, pudiéndose utilizar entonces aviación de caza o de combate, o contra material o instalaciones en el suelo, en cuyo caso sólo sería eficaz la represión con material de bombardeo, o bien mediante la cooperación de fuerzas terrestres internacionales.

También se presenta la cuestión de si estas fuerzas de la P. A. I. podrían ser utilizadas para ejercer un acto de represión contra una nación agresora, aunque no haya faltado a los acuerdos referentes a Aeronáutica, asunto que es de la competencia de la Comisión General de la Conferencia del Desarme.

Otra cuestión que el Comité aéreo ha de resolver es la de determinar, en el caso de admitirse material de bombardeo en las fuerzas de la P. A. I., qué limitación ha de darse a la acción represiva por este medio, si ha de ejercerse solamente en el campo de batalla, o extenderlo a todas las fuerzas militares, o incluso a las fábricas, depósitos y centros de comunicaciones de material de guerra, o hasta a la población civil, con aviso previo o sin él, y, en este último caso, si debe o no considerarse como población civil a la de los poblados de las tribus rebeldes.

El reclutamiento y nacionalidad del personal de la P. A. I. y de su Dirección, o Estado Mayor en caso de guerra; la procedencia de su material; la distribución en el Mundo, o por regiones, de estas fuerzas aéreas de la P. A. I.; las atribuciones y derechos que tengan con relación al país en que radiquen; la influencia que, respecto a la neutralidad de este país pueda ejercer la presencia en él de las fuerzas de P. A. I. encargadas de acción represiva contra otro país, etc.; todas éstas son cuestiones presentadas al estudio del Comité aéreo que habrá de resolver sucesivamente, hasta llegar a la pregunta final que se le ha propuesto, qué es: después de estudiadas todas las medidas necesarias para la supresión total de la Ae-

ronáutica militar, ¿juzga el Comité que es posible dicha supresión?

Probablemente, la Conferencia del Desarme sufrirá un nuevo aplazamiento antes de que el Comité aéreo haya terminado su estudio, y es de desear, para bien de la Humanidad, que en la próxima reanudación se note un nuevo progreso en la tendencia pacifista de las naciones que intervienen en esta importantísima aunque lenta, por lo difícil, obra en que se trata de evitar las guerras.

‡

REVISTA MILITAR

Defensa de costas y buques contra ataques aéreos.

Está muy extendida la creencia de que con la aparición de nuevos elementos de combate, como la aviación y los submarinos, han de resultar desplazados los medios clásicos defensivos.

La lectura, con pocos días de intervalo, de un trabajo de Rougeron en el *Revue des Forces Aériennes*, y otro de Adam en la *Revue Maritime* sobre la defensa de las costas y de los buques contra los ataques desde el aire, nos nos impulsa a hacer un breve resumen de ambos y apuntar las consecuencias.

* * *

Secularmente, han imperado en la defensa de costas dos teorías contrapuestas, que adoptaban las naciones con arreglo a su potencia marítima. In Inglaterra, que dominaba en el mar, sólo daba a los medios de protección inmediata una importancia secundaria; ante la amenaza de invasión napoleónica, Nelson creía proteger mejor su país en frente a Tolón, que empleando parte de sus fuerzas en el Canal de la Mancha; y en la gran guerra, la acción potencial de la escuadra reunida en Scapa Flow fué más eficaz que el fraccionamiento en las costas orientales de Inglaterra; en ambos casos hubo que resistirse a las sugerencias de los que sólo se creían seguros viendo materialmente a los buques patrullar para defender la costa de posibles ataques.

En países de menor potencia naval, como Francia, Estados Unidos y Alemania, la protección directa ha tenido una amplia aplicación, aunque en realidad impera más bien una doctrina intermedia, pues no se la considera eficaz para preservar por sí sola a la costa de los ataques enemigos, sino que es un complemento para proteger puntos vitales indispensables para que las fuerzas marítimas puedan repostarse y acogerse en casos de inferioridad táctica.

El concepto absoluto del dominio del mar sufrió una primera restricción al aparecer el arma submarina, y la extensión del arma aérea ha producido una nueva amputación; el aire es objeto de un condominio de los beligerantes, pues en él las expediciones de ambos tienen una seguridad desconocida hasta ahora.

El almirante francés Docteur ha expuesto, en una serie de artículos, el esquema de una defensa ideal, integrada por elementos marítimos (de superficie y sumergibles), defensas fijas y fuerzas aéreas.

A unas cien millas de la costa patrullas de sumergibles y aviones exploran la zona por la que puede surgir el enemigo; al señalarse éste entra en acción el dispositivo de la defensa, formado por naves ligeras que buscan el contacto, aviones de bombardeo y lanzatorpedos parten en vuelo para oponerse al avance y se hacen actuar los barreamientos de minas. En profundidad existen las defensas fijas, artillería primaria y de medio calibre; la aviación de caza sale a oponerse a la de ataque enemiga. Si se llega a un intento de desembarco, las tropas y las baterías móviles acuden al punto amenazado, auxiliadas también por la aviación propia.

El inconveniente primero de este complejo sistema es su coste, que impide su aplicación general y que obliga a limitarla a pocos puntos de importancia capital. La permanencia de una red de vigilancia aérea exige una cantidad tan ingente de material, a poco que el adversario sea activo, que sólo un país con exceso de elementos aéreos podrá intentarla.

La superioridad de los sumergibles y aviones en cometidos de vigilancia y exploración es cierta si sólo se oponen a naves de superficie; pero en cuanto hayan de hacerlo—cómo ocurrirá siempre—contra adversarios que cuenten con los mismos elementos, la situación será idéntica a lo que la experiencia de la guerra ha mostrado hasta ahora. Un adversario, salvo el caso de acciones de sorpresa al principio de las operaciones, no se lanzará contra una organización de vigilancia sin previos reconocimientos y acciones parciales, pero eligiendo el momento propicio, bajo concentraciones locales de fuerzas aéreas y marítimas los elementos dispersos de la defensa sucumbirán un día u otro. Ni aun dedicando a este fin todos los recursos podrá ningún país considerar seguros sus accesos marítimos.

Hay que resignarse, pues, a admitir que la costa y la zona litoral, lo mismo que ocurre con las fronteras terrestres, no pueden ser defendidas contra bombardeos aéreos por sorpresa y limitar la protección mediante defensas fijas a *todo coste* a los puntos vitales que lo merezcan y que, naturalmente, las necesidades presupuestarias impondrán sean en número muy reducido.

* * *

Los buques de guerra pueden temer de la Aviación, a más de los efectos indirectos de la vigilancia, observación y corrección del tiro, el ataque por aparatos de bombardeo y por aviones torpederos. Los primeros pueden actuar en masa, por lanzamiento dirigido por los jefes de grupo, o individualmente por sorpresa, aprovechando favorables condiciones de visibilidad. Estos ataques se verificarán a alturas medias y bajas.

El avión torpedo ha de actuar forzosamente a baja cota y a una distancia del blanco inferior a dos kilómetros.

Tres medios cuenta el buque para oponerse a estos ataques: el empleo de aviación de caza defensiva, la protección y la artillería.

El primer elemento, el más eficaz, cuenta para su empleo con el inconveniente de exigir un cierto tiempo para entrar en acción si no está en vuelo, y si se tienen formaciones permanentemente en el aire se cae en una dispersión de fuerzas perjudicial.

A la protección vertical con corazas y compartimentación se le da cada día mayor importancia, como ya indicamos en la crónica del número anterior al tratar del *Deutschland*. Se puede completar accidentalmente con cortinas fumíferas.

La artillería se ha de emplear de distinto modo, según se trate de oponerse a ataques a media o a baja altura. Para los primeros se ha de buscar el máximo efecto explosivo; esto exige emplear los calibres mayores posible, por lo cual hasta las piezas de 15 han de ser capaces de efectuar el tiro antiaéreo. Los segundos imponen la mayor celeridad de tiro para conseguir un fuego denso, que sólo son capaces de proporcionar las piezas especiales y, sobre todo, las ametralladoras de tubos múltiples, que debe ser el arma de las naves pequeñas, que no tienen por cometido el combatir contra otras de superficie, sino únicamente con aviones y sumergibles. Una organización de conjunto para la conducción del tiro con red de escuchas es el complemento indispensable de la artillería antiaérea.

* * *

Como se ve, los dos articulistas, técnico aéreo el uno y marino el otro, están conformes en que los medios clásicos defensivos no han perdido su importancia ante los nuevos medios de ataque. □

CRONICA CIENTIFICA

La concesión de la Medalla Duddell al profesor Gaede.

El Consejo de la Sociedad de Física, británica, ha concedido la X Medalla Duddell al director del Instituto Físico de Karlsruhe, y hasta hace poco profesor de Física en la Escuela Superior Técnica de dicha capital alemana. La Medalla, que es de bronce, es otorgada por el Consejo anualmente a personas que han contribuido al adelanto de las ciencias físicas, por invención o proyecto de instrumentos científicos o por el descubrimiento de materiales usados en su construcción. El nombre del profesor Gaede está íntimamente asociado con la producción de bombas para alto grado de vacío, que en los últimos veinticinco años han revolucionado esta rama de la técnica industrial. El vacío de alto grado es requerido, en efecto, no sólo por el investigador, sino por el industrial; la lámpara eléctrica y las válvulas termiónicas no podrían fabricarse sin las bombas modernas de vacío. Cuando el profesor Gaede tenía veintisiete años, inventó una bomba rotativa de mercurio, sencilla, de fácil funcionamiento y que acusaba un gran progreso con respecto a las entonces existentes. Desde entonces ha inventado, a intervalos, una serie de bombas, cada una de las cuales tiene su utilidad especial, basadas en principios descubiertos por el mismo Gaede. Así, la bomba rotativa de mercurio, de 1905, empleada durante muchos años para la manufactura de lámparas, y la bomba rotativa de aceite, de 1907, fueron seguidas en 1913 por la bomba rotativa de cajón y por la

bomba molecular de aire, que ha sido, realmente, la primera bomba de gran velocidad. En 1915 produjo la bomba difusora de vapor de mercurio, predecesora de todas las bombas de vacío de gran velocidad, empleadas en el día. En los últimos diez años el profesor Gaede ha imaginado varias bombas, en las que se incorpora la bomba de vacío y la de antevacío en una sola unidad. Ultimamente, ha construido una bomba de difusión y una sola fase para las investigaciones que actualmente se practican en Leyden con el helio sólido. El profesor Gaede no ha sido el único que ha imaginado las bombas de alto vacío hoy empleadas, pero ha suministrado la base en que casi todas ellas están fundadas. △

El "Chromador", acero de gran resistencia a la tracción.

Una gran manufactura inglesa, que hace diez años suministró el acero al silicio para el puente del puerto de Sydney, ha practicado desde entonces estudios encaminados a producir un acero de construcción que tuviera una gran resistencia mecánica a la vez que un precio no muy diferente del de adquisición de los aceros ordinarios. Esas investigaciones han dado origen a la producción de un acero especial, denominado "Chromador" que, según los fabricantes, tiene una resistencia a la tracción un 50 por 100 más alta que la del acero dulce al carbono, con un coste sólo un 15 a 25 por 100 más elevado.

El nuevo producto es un acero cromocúprico con resistencia a rotura por tracción de 58 a 67 kilogramos por milímetro cuadrado, en lugar de los 45 a 53 de los pliegos de condiciones ingleses. Tiene, además, un alargamiento permanente de 17 por 100 en 200 mm. y un límite elástico aparente de 36 kilogramos por milímetro cuadrado.

Después de numerosas pruebas practicadas, no sólo por los fabricantes, sino por distintos experimentadores, y que no se limitaron a las corrientes barras de ensayo, sino a elementos completos del entramado, se sacó en consecuencia que los coeficientes de trabajo usuales pueden ser aumentados en una mitad si se emplea el nuevo material.

La pequeña cantidad de cobre presente en el "Chromador" sirve para aumentar su resistencia a la corrosión, que es, aproximadamente, doble que la del acero ordinario al carbono. Para la unión de las distintas piezas de la estructura se emplean roblones de acero cromocúprico más dúctil que el usado para las piezas mismas.

Como la ventaja del nuevo producto, en cuanto a resistencia, es superior al aumento de coste, se puede deducir que la introducción del acero en cuestión dará lugar a una economía no despreciable en el presupuesto de las obras en que se emplee. △

Las bajas temperaturas y la superconductividad.

En 1893, los investigadores Dewar y Fleming, efectuando pruebas de resistencia óhmica de los metales a bajas temperaturas, alcanzaron resultados que parecían indicar que la resistencia de todos los metales en estado de pureza se anularía cuando se alcanzase el cero absoluto. Kamerlingh Onnes, en 1911, encontró que la resistencia del mercurio desaparecía totalmente cuando la temperatura se reducía a 4,2 grados absolutos; ensayó seguidamente otros

metales y vió que algunos, tales como el plomo y el talio, presentaban el mismo fenómeno, aunque a temperaturas diferentes; pero la mayor parte de los metales, aun en estado de pureza, no acusaban indicios de superconductividad. Más tarde se averiguó que la pureza del metal no era esencial y que ciertas aleaciones y compuestos químicos se hacían superconductores a bajas temperaturas, aunque sus componentes no presentaran aisladamente tal fenómeno. Entre los compuestos superconductores figura el sulfato de cobre, cuya temperatura de transición está entre cinco y seis grados absolutos: este resultado es sorprendente, porque el cobre puro no presenta signos de superconductividad y el azufre es uno de los mejores aislantes. La temperatura de transición más elevada, entre las descubiertas hasta ahora, es la correspondiente al carburo de niobio, cuyo valor es de 10,1 grados absolutos.

Los experimentos practicados no han comprobado ninguna relación entre la superconductividad de un metal y su coeficiente de dilatación térmica; pero sí entre la superconductividad y los calores específicos, los cuales experimentan un aumento repentino cuando se alcanza la temperatura de transición.

Tubo Roentgen para 800.000 voltios. △

El Laboratorio de Investigaciones de la Compañía General de Electricidad, americana, ha construido en Schenectady un tubo Roentgen para producción de rayos X a tensión de 800.000 voltios, que ha de ser instalado en un hospital de Chicago. Será transportado en secciones, y antes de su puesta en servicio se le someterá a las pruebas finales. Este tubo, verdadero Goliath entre los de su especie, está destinado al tratamiento del cáncer: su radiación es equivalente—estimándola por lo bajo—a la de kilogramo y medio de radio. El tubo propiamente dicho tiene una longitud de cuatro metros y medio y consta de dos secciones. Las envolventes son de vidrio Pyrex, y en ellas están herméticamente incluidos el ánodo metálico, el cátodo y el electrodo intermedio. La refrigeración del ánodo requiere unos cien litros de agua por minuto y la placa de tungsteno emisora de los rayos tiene un diámetro de 10 centímetros.

Influencia del cromo sobre la fundición ordinaria. △

La adición de 15 a 30 por 100 de cromo a una fundición ordinaria que esté destinada a sufrir temperaturas muy elevadas ofrece ventajas positivas, porque el producto resultante no presenta aumento de volumen ni tiene tendencia a exfoliarse; calentado reiteradamente al rojo, no presenta, prácticamente, ningún esponjamiento.

Cuando el metal es sometido por primera vez a temperatura elevada se forman ligeras escamas en su superficie y la adherencia de estas escamas de óxido impide el progreso de la oxidación; además, el gran contenido de cromo hace al hierro muy resistente a varios agentes de corrosión. Puede obtenerse la fundición cromada, bien sea en el horno eléctrico o en el cubilote. El metal fundido adquiere gran fluidez, y en estado líquido se maneja como la fundición corriente. Según sea la composición del metal y el método de fusión empleado, pueden obtenerse productos con 17 a 64 kilogramos por milímetro cuadrado y números de dureza Brinell entre 228 y 600. Las cifras de resistencia al choque—resiliencia—no son inferiores a las de la fundición gris sin adición de cromo. △

Evaluación de distancias por medios radioacústicos.

La utilización de procedimientos radioacústicos permite medir con muy pequeño error el tiempo empleado por la onda sonora en recorrer una distancia acuática entre dos puntos determinados. El método aplicado es el siguiente: En un extremo de la línea se hace estallar bajo el agua un pequeño petardo de trilita; en el otro extremo se coloca un hidrófono. La embarcación desde la cual se detona el petardo está equipada con un aparato que registra el momento de la detonación y el de recepción de una señal radiada. La embarcación—o estación costera—a la que está conectado el hidrófono tiene un aparato que convierte el sonido a su llegada en una señal radio, que es transmitida en el acto a la embarcación de donde partió la señal acústica. Si se mide el tiempo que media entre la explosión y la recepción en el hidrófono y se divide por el empleado por el sonido en recorrer un kilómetro, por ejemplo, se puede deducir la distancia requerida con toda la precisión deseable. \triangle

Un puente gigantesco en San Francisco.

Entre San Francisco de California y Oakland, al otro lado de la bahía, se va a construir un puente de dimensiones extraordinarias. Su longitud excederá de 11 kilómetros, de los cuales los dos tercios, aproximadamente, estarán sobre el agua. Constará de dos partes: una que enlazará Goat Island con la ciudad, y la otra que unirá Oakland con la isla. La primera parte, con una longitud de 2.800 metros, estará constituida por dos tramos suspendidos que en su punto medio estarán sostenidos por una pila de hormigón. Estos tramos quedarán a una altura de 65 metros sobre la superficie del agua. Entre Oakland y la isla habrá un puente de grúa con un tramo de 430 metros sobre la parte más profunda del canal marítimo. Las dos partes del puente estarán enlazadas por un túnel abierto a través del macizo montañoso de la isla. El resto de la estructura, sobre aguas poco profundas o sobre tierra, no es probable que presente dificultades. El puente tendrá dos pisos: el superior será de seis vías para automóviles y dos para viandantes, mientras que el inferior constará de una cuádruple vía para tranvías y tres para vehículos automóviles pesados. \triangle

BIBLIOGRAFIA

Cartilla de Automóviles (segunda edición), por MANUEL ARIAS y JOAQUÍN OTERO. *capitanes de Ingenieros profesores de la Escuela Automovilista del Ejército. Un tomo de 450 páginas, 500 figuras en negro y color. Quince pesetas. Librería general de Victoriano Suárez. Madrid. 1933.*

Este libro ofrece un estudio completo de la constitución, funcionamiento y averías del automóvil. En la orientación general y en los detalles se separa a

menudo de las ideas tradicionales para servir mejor un objetivo didáctico y práctico, presente siempre en todos los capítulos de la obra y plenamente lógicamente, tanto en la forma de exponer los asuntos como en la claridad insuperable del lenguaje, circunstancia que, unida a la de ser perspectivas la mayoría del medio millar de figuras que ilustran el libro, lo hacen accesible aun a las personas de más escasa preparación cultural o mecánica.

Todos los capítulos se terminan con el estudio de las *averías* del grupo de órganos respectivo, acierto de método que se completa con el de desarrollo y exposición al presentar aquéllas en forma eminentemente gráfica, lo que contribuye sobremanera a la eficacia pedagógica de este estudio, tan árido en la generalidad de los textos que abordan la materia.

La *parte eléctrica del automóvil* está desarrollada de modo íntegramente nuevo, tanto en el orden con que se exponen las cuestiones como en su justa ponderación; así, con el Delco o encendido por batería se refleja en las abundantes páginas que se le dedica una importancia proporcionada a su empleo muy extendido, y la magneto, que se explica con suficiente detalle, es relegada al final, lugar que le corresponde por su mucha menor aplicación y por resultar más armónico de ese modo el proceso de relación de los fenómenos eléctricos. Las nociones de electricidad, tan difusas en casi todos los tratados de automóviles, con olvido del objetivo a que deben encauzarse, tienen aquí el desarrollo estricto que exigen los fundamentos relativamente amplios que ha de conocer el conductor profesional.

El *empleo del automóvil*, que forma la tercera parte de la obra, comprende el entretenimiento y la conducción, temas que casi siempre están ausentes de los tratados generales y elementales, a pesar de ser necesario su conocimiento a todo automovilista. En el entretenimiento abundan las recetas y preceptos para la debida conservación del coche, y la parte de conducción está enfocada con original acierto, presentando la variedad más frecuente de maniobras con numerosas figuras de gran claridad que, asimismo, ilustran un resumen conciso y eficaz del vigente Reglamento de circulación.

Un *Cuadro de características*, que recoge las de los 173 modelos de automóviles de uso en España, es también un trabajo único en nuestro país y de considerable valor práctico. Lo mismo ocurre con capítulos como el de neumáticos y de *Reconocimiento de un coche usado*, muy completos en su doctrina y de gran interés por sus numerosos datos numéricos.

Tal es la estructura general de la *Cartilla de Automóviles*. Esta segunda edición, además, estudia todas las novedades del coche moderno (*rueda libre, motor flotante, cambios sincronizados...*), que por primera vez pasan de la revista al libro en esta obra española en que los ingenieros militares señores Arias y Otero vulgarizan la mecánica y el empleo del automóvil de 1933.

* * *

A continuación damos el índice, cuya descripción es de interés para nuestros lectores:

El motor.—Motor de un cilindro. Motores de varios cilindros. Elementos del motor. Motores sin válvulas. Determinación del orden de explosiones. Engrase. Refrigeración. Carburación. *Equipo eléctrico del automóvil*. Nociones de electricidad. Dínamo. Batería de acumuladores. Disyuntor. Arranque. Alumbrado. *Encendido*. Delco. Magneto.

El châssis.—Embrague. Cambio de velocidades. Cambios sincronizados. Rueda libre. Puente trasero. Bastidor y suspensión. Motor flotante. Propulsión. Dirección. Frenos. Ruedas y neumáticos.

Empleo del automóvil.—Conducción. Maniobras. Señales y preceptos de circulación. Investigación de averías. Reconocimiento de un coche usado. Cuadro de características.

Apéndice.—I. Camiones. II. Carburadores "Smith", "Marvel" y "Stromberg". III. Accidentes. IV. Datos prácticos. V. Índice alfabético.

* * *

Estudio de una posición defensiva: Gorgues. *De la Colección Bibliográfica Militar. Tomo LI. Capitán MESA. Capitán SORALUCE. 1932.*

El volumen 51.º de la Colección Bibliográfica Militar comprende dos obras: un Estudio Táctico de Transmisiones, por el teniente Barrera, que fué objeto de una nota en el número de febrero, y el Estudio de la posición de Gorgues, al que dedicamos estas líneas.

Trátase de un ejercicio de Estado Mayor, desarrollado por los autores con sujeción a un tema dado.

La posición de Gorgues presenta, sin duda, un gran interés, por su situación dominante sobre Tetuán y por lo intrincado de su orografía.

Los autores no se han limitado escuetamente al tema, sino que han adicionado a su estudio el de otros de él derivados, entre ellos el histórico, de sumo interés en este caso, por incluir episodios tan interesantes como el de Cudia Tahar, cuyo asedio y liberación en septiembre de 1926 constituye una página inolvidable en los anales del Ejército de Africa.

La inclusión de una carta geográfica en escala 1/50.000, con sus coordenadas numéricas, facilita extraordinariamente la identificación de los lugares.

Es un trabajo concienzudo y meritorio.