



AÑO LVII.

MADRID.—MAYO DE 1902.

NÚM. V.

§ **SUMARIO.**—VERIFICACIÓN DE AMPERÍMETROS POR EL MÉTODO ELECTROQUÍMICO, por el capitán D. Francisco del Río Joan. (*Se continuará.*)—TELEGRAFÍA SIN HILOS, por el capitán D. Isidro Calvo. (*Conclusión.*)—ESTUDIO TEÓRICO-PRÁCTICO DEL TREN DE PUENTES REGLAMENTARIO EN ESPAÑA, por el primer teniente D. Emilio Figueras. (*Se continuará.*)—REVISTA MILITAR.—CRÓNICA CIENTÍFICA.

VERIFICACIÓN DE AMPERÍMETROS POR EL MÉTODO ELECTROQUÍMICO.

(Continuación.)

IV.

MANUAL OPERATORIO.

Procedimientos de verificación.—Pueden seguirse los que en la práctica electrométrica se aplican á la graduación, contrastación y determinación de constantes de galvanómetros, brújulas, electrómetros y demás reómetros ó instrumentos destinados á medir intensidades. Pero el método voltamétrico, propio para verificar los aparatos de laboratorio, es harto minucioso y delicado para extenderlo á los amperímetros industriales. Por tal causa, y con objeto de ganar en facilidad y rapidez, se contrastan éstos por comparación con otro *préviamente contrastado*, cuya exactitud será preciso comprobar periódicamente, ya sea por medio de un galvanómetro sensible, ya por el voltámetro, medio este último

preferible, puesto que la medición se efectúa en unidades absolutas, y por tanto, con mayor garantía de exactitud.

En vez de tomar un amperímetro como tipo de comparación para la práctica de las verificaciones usuales, puede ser elegido un reómetro cualquiera; pero como éste exigirá previa contrastación, y por otra parte su empleo no es tan expedito como el de los amperímetros, á éstos se dá la preferencia en la designación de tipo. Sea cualquiera el elegido, deberá someterse á rigurosa comprobación, tanto más frecuente cuanto mayor sea el uso que de él se haga.

La marcha general de toda verificación voltamétrica se reduce á constituir un sistema electrolítico (fig. 4), cuya ley de régimen permita mantener la intensidad correspondiente á la división N del amperímetro que se quiere recalibrar; deducir después, mediante las fórmulas [1] á [10], la verdadera intensidad I , es decir, la que ha circulado por el voltámetro puesto en serie con el amperímetro, y ver, por último, si se verifica la igualdad $N = I$, como debe suceder si el aparato está exento de error, puesto que la intensidad es la misma en todos los puntos de un circuito. Si $N > I$, el amperímetro *adelanta* ó *atrása*. La razón $\frac{I}{N}$ entre el valor verdadero y el leído, es el *coeficiente de corrección*, que aplicado á N transforma este valor leído en valor verdadero.

Cuando se trata de aparatos en que las intensidades son proporcionales á las desviaciones (galvanómetros sensibles, brújulas de senos y de tangentes), la relación $\frac{I}{N}$ es *constante* (1), bastando entonces deter-

(1) El valor de la constante en dichos aparatos puede hallarse viendo las divisiones de la escala recorridas por el índice en un circuito de *f. e. m.* y resistencia conocidas; pero el valor así encontrado tiene tan sólo una exactitud *secundaria*, es decir, dependiente de la que tengan la *f. e. m.* y la resistencia. Para dar carácter absoluto á la determinación de la constante, es preciso seguir el método electrolítico, ó calcularla por la ecuación

$$K = \frac{Hr}{2\pi n},$$

en la cual

n = número de espiras del multiplicador.

r = radio medio de las espiras.

H = componente horizontal de la intensidad del magnetismo terrestre del lugar de la observación.

Se conocen los valores de H para distintas longitudes y latitudes, pero es preciso determinarlo en cada caso, no sólo porque sufre cierto incremento anual, sino también porque depende del medio en que está colocado el aparato, es decir, según se halle ó no próximo á masas de hierro más ó menos considerables.

minarla para una división cualquiera del aparato que se quiere contrastar; pero esta proporcionalidad no existe, en general, para los amperímetros cuyas escalas, trazadas empíricamente, presentan graduaciones que siguen leyes diversas y arbitrarias. En los aparatos industriales no basta, pues, comprobar la exactitud de una sola división, sino que precisa efectuarlo en toda la extensión de la escala, cosa muy entretendida si ha de hacerse con el voltámetro. Para facilitar el procedimiento se admite que dicha proporcionalidad existe dentro de pequeños sectores, lo que permite prescindir de las divisiones fraccionarias ó intermedias, verificando tan sólo las principales, y aun omitiendo algunas de éstas, tales como las que estén muy próximas á las ya comprobadas.

Dentro de esta marcha general cabe seguir dos procedimientos:

1.º Maniobrar la resistencia variable para mantener constantemente el índice del amperímetro sobre la división N que se quiere verificar; medio minucioso y pesado, pero el más exacto.

2.º Emplear tan sólo una resistencia con la cual se pueda dar al índice la posición inicial N ; anotar, á intervalos iguales, las desviaciones que aquél sufra en el curso del ensayo; deducir la media de éstas y compararlas con la intensidad medida en el voltámetro. Este modo es poco preciso, y por tanto inferior al primero.

Se ha supuesto, para mayor sencillez, que el voltámetro y el amperímetro reciben la misma corriente; pero esto no es de rigor, bastando al objeto que se persigue poder precisar la relación de las intensidades que pasan por dichos aparatos. La figura 4 los presenta en série, método directo y más frecuente. La figura 7 muestra el voltámetro en circuito

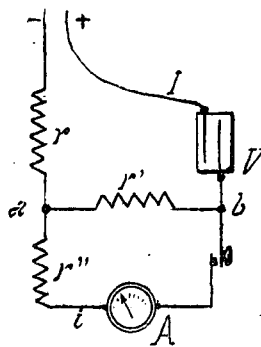


Fig. 7.

principal, y el amperímetro en derivación. La resistencia r gobierna la intensidad en dicho circuito; r' pondera la corriente inicial en A ; r'' hace menos sensibles las variaciones de I en el amperímetro, el cual, para ser

reputado exacto, deberá señalar una lectura N que satisfaga la ley de las corrientes derivadas

$$N = I \frac{r''}{A + r' + r''} \quad [16]$$

Este modo de operar, más aplicable á los galvanómetros sensibles que á los industriales, exige que las resistencias en derivación sean fijas, y tanto éstas como la del aparato A bien conocidas. Más adelante, al tratar de los voltímetros de peso, se completan estas nociones.

Constitución del circuito.—En la instalación de los elementos necesarios para practicar un ensayo con el voltímetro, deberán observarse algunas precauciones que, en su mayor parte, son extensivas á todo trabajo electrométrico.

Convendrá: local amplio y ventilado, para prevenir la perjudicial acumulación de gases; temperatura uniforme y superior á 15 grados centígrados; alejamiento de campos magnéticos, masas metálicas en movimiento y conductores por los cuales circule gran intensidad.

Se aconseja colocar el generador eléctrico en local distinto de aquél en que se hagan las mediciones, sobre todo si se trata de una batería grande, ó de elementos que desprendan vapores nocivos. Es conveniente cargar las pilas algunas horas antes de hacer el ensayo, y si se opera con acumuladores no serán puestos en servicio inmediatamente después de finalizada su carga, sino luego de transcurrir el primer período de rápido descenso (*latigazo*), á fin de que la electrolisis pueda desenvolverse bajo un régimen de *f. e. m.* sensiblemente constante. La escrupulosa limpieza de los bornes, el aislamiento de los elementos entre sí y el de toda la batería, son cuidados previos de indispensable y elemental ejecución.

Cuando no está bien manifiesto el signo de cada polo, ya por tener la batería en local distinto, ya por operarse con la canalización servida á domicilio, interesa, en primer término, conocer el sentido de la corriente, lo cual se averiguará por medio del papel reactivo; humedeciendo una tira de éste y aplicándola sobre los dos polos, el negativo queda marcado por un punto rojo. Emplease también un buscador electrolítico, disolución metálica que al paso de la corriente cambia de color en el polo negativo. Servirá para el mismo objeto una vasija con agua acidulada y electrodos de plomo; será positivo el que se ennegrezca. A falta de éstos elementos puede utilizarse un indicador de corriente ó cualquier amperímetro, voltímetro, etc., de polaridad fija, el cual intercalado dará con el movimiento correcto de su aguja el sentido de la corriente. Parece ocioso advertir que si el amperímetro empleado

en esta investigación tiene muy pequeña resistencia, como sucede generalmente, deberá ser puesto en serie con una suplementaria para evitar que la fuente se cierre sobre él en corto circuito.

El voltámetro será objeto de una limpieza detenida para que los contactos metálicos sean perfectos, y las paredes interiores de la cubeta, probetas y tubos estén secas y exentas de adherencias. Es de la mayor importancia que los electrodos se hallen bien limpios; las partes metálicas que no sean de platino y estén expuestas á los desprendimientos ácidos se cubrirán con barniz; las llaves, pinzas, boquilla, conmutador y demás piezas de maniobra que tenga el voltámetro, serán previamente reconocidos.

Análogas precauciones deberán tomarse con las resistencias, llaves de contacto, clavijas de toma de corriente y cuantos enseres hayan de entrar en el circuito.

Los cordones ó cables de que se haga uso tendrán un diámetro apropiado á la intensidad de régimen, siendo muy útil para este objeto consultar la tabla V. Si no los hubiera del grueso necesario, se sumarán para obtenerlo dos ó más conductores en cantidad. Los terminales, así como los extremos de los conductores, serán frotados con lija desgastada ó muy fina, y se cuidará de que la sección en los empalmes sea la requerida por el amperaje á mantener. Si la capacidad de la fuente y la seguridad del circuito lo exigen, se insertarán los plomos fusibles correspondientes.

El amperímetro á contrastar se intercalará en circuito disponiéndole horizontal ó verticalmente, según sea de los construídos para muro ó para mesa, procediendo conforme al principio de que todo aparato debe colocarse para su ensayo de igual suerte que si estuviera prestando servicio. Hechos los empalmes, y puesto el aparato en circuito, sea en serie, en derivación, con *shunt* ó sin él, se procederá desde luego á colocar su aguja en la posición de origen, maniobrando al efecto los tornillos convenientes ó suplementando, si es preciso, allí donde convenga, con pequeñas cuñas ó trozos de papel plegado. De este modo quedará eliminada toda causa de error por *pérdida de cero*. Conviene advertir que á veces la aguja no vuelve al origen de la escala después de roto el circuito. Algunos amperímetros tienen un tornillo para efectuar esta corrección, y en otros se consigue realizarla, ya horizontando ó aplomando el aparato, ya teniendo en cuenta el error inicial para sumarlo algebraicamente á la lectura hecha.

Claro es que se pueden calibrar á la vez dos ó más amperímetros colocándolos en serie dentro del mismo circuito.

Finalmente, los aparatos y las resistencias deberán instalarse cerca-

nos entre sí, con el fin de que estén á la vista y alcance del ensayador. Los conductores se apartarán todo lo posible del aparato que se ensaya, para evitar la influencia de todo campo adyacente.

Modo de operar.—Suponiendo, para fijar las ideas, que la verificación se practique con el voltámetro de Bertin, se ejecutarán las operaciones siguientes por el orden que se indica.

1.^a Preparación del electrolito incorporando en frío al agua destilada la proporción de ácido fosfórico (ó sulfúrico) que se citó en la página 37. La cantidad de disolución que es preciso preparar (unos 200 cc) depende del amperaje de régimen y de la duración de la experiencia; los datos insertos en la página 38 servirán para calcular el líquido capaz de ser descompuesto en tiempo ó intensidad determinados.

2.^a Instalar el sistema electrolítico adoptando las precauciones arriba indicadas, y dejando interrumpido el circuito en un punto cualquiera, que puede ser el conmutador *r* (fig. 2), la llave de contacto, el enchufe, etc., pero siempre al alcance del operador.

3.^a Cargar el voltámetro hasta un nivel mínimo de 2 centímetros por encima de los electrodos, para que éstos no puedan quedar descubiertos durante el ensayo. Llenar de agua destilada la probeta *n*, dejando tan sólo el margen necesario para que al introducir el termómetro no se derrame el líquido.

4.^a Colocar á la mano el barómetro, el termómetro, el cronómetro (puesto en cero después de darle cuerda), y los enseres necesarios para llenar el siguiente cuadro:

Amperímetro marca número

Número del ensayo.	LECTURAS					Resultados.
	en el amperímetro.	<i>H</i>	<i>t</i>	θ	<i>V</i>	
						$P = \dots$ $I = \dots$

5.^a Graduar la resistencia de modo que al cerrar el circuito se obtenga próximamente la que se desea.

6.^a Aspirar por la boquilla *l*, dejando el voltámetro listo.

7.^a Tomar el cuenta-segundos con la mano izquierda y ponerlo en marcha en el mismo instante de cerrar el circuito con la derecha. Si el cronómetro no estuviera en cero se anotará inmediatamente la división que la aguja señale, para tener á la vista el dato de instante inicial cuando se haga el cómputo del tiempo transcurrido.

8.^a Obrar con rapidez sobre la resistencia de arreglo, para llevar exactamente la aguja del amperímetro á la división N . En los primeros momentos aquélla oscila tanto más cuanto mayor es la sensibilidad del aparato; pero no tarda en fijarse casi definitivamente si el generador es constante. Anotar el número N en la segunda columna del formulario, y si se opera sin resistencia de arreglo inscribir en dicha columna las lecturas hechas á intervalos iguales, para deducir la desviación media de la aguja.

9.^a Observar alternativamente el amperímetro y el voltámetro; el primero para introducir ó sacar resistencia según que la aguja adelante ó atrase, y el segundo para expiar el descenso del líquido en la probeta d , y coger el tubo h con la conveniente anticipación.

10.^a Aspirar por la boquilla en el momento en que enrasen los niveles del líquido dentro y fuera de la probeta d , y seguir el ensayo en las condiciones ordinarias, repitiendo esta operación cuantas veces sea preciso, anotando este número para totalizar después los valores de V . Conviene prolongar la electrolisis el mayor tiempo posible para disminuir la influencia de los errores, teniendo en cuenta que la producción de ácido persulfúrico vá disminuyendo con la duración de la corriente. En los casos de pequeña intensidad tal vez sea preciso suspender el ensayo antes del enrase de los niveles, pero es preferible esperar á este momento para efectuarlo.

11.^a Parar el reloj é interrumpir á un tiempo el circuito cuando se deba terminar el ensayo.

12.^a Tomar la temperatura t é inscribir las lecturas t , V y H , para calcular los valores de P é I , aplicando las fórmulas [2] y [4].

Para la exacta y holgada ejecución de estas operaciones, recomiéndase al ensayador el concurso de un auxiliar.

Realizada la primera comprobación de N , procederá repetirla un número de veces tanto mayor cuanto menor sea el tiempo t invertido en cada una. Para obtener un valor medio aceptable conviene hacer por lo menos cuatro ensayos.

Verificada la división N se hace lo mismo con las N' , N'' , N''' , etc., que se hayan elegido de antemano, lo cual permitirá comprobar si quedan satisfechas las ecuaciones $N = I$, $N' = I'$, $N'' = I''$, $N''' = I'''$, etcétera, ó deducir en caso contrario los errores del aparato.

El electrolito deberá renovarse con frecuencia; generalmente después de cada ensayo prolongado.

Hecha la verificación del amperímetro y levantados los conductores, se vaciará el voltámetro sin dilacion, lavándolo seguidamente con agua destilada é introduciéndolo después en la estufa de aire, ó bajo la cam-

pana de la máquina neumática para dejarlo completamente seco. Este objeto se facilita descomponiendo el voltámetro en las piezas que lo constituyan.

Expresión de los resultados.—En las mediciones de alta precisión se repiten los ensayos parciales en número suficiente para encontrar un valor definitivo muy aproximado al verdadero, lo cual se consigue aplicando el cálculo de errores del modo que se verá más adelante. Los resultados obtenidos se expresan gráficamente por medio de curvas, á cuyo trazado se consagrará una parte de este trabajo.

Frecuencia de las verificaciones.—No es fácil precisar la periodicidad con que aquellas deben hacerse, pues la constancia de las indicaciones en un aparato depende de causas muy complejas y difíciles de apreciar. El servicio á que se destina, el medio en que se halla, el sistema á que pertenece, la perfección en el ajuste de sus piezas, la clase y pureza de los materiales que forman el aparato, concurren á determinar su bondad. Los aparatos *térmicos* no son influenciados por las acciones magnéticas, pero tanto éstos como los de resorte están expuestos á modificaciones moleculares; los de *gravedad* y otros que encierran pieza móvil de hierro sufren los fenómenos de histéresis y se dejan influir por los cuerpos exteriores. Un amperímetro de buena marcha, sometido á servicio moderado, no expuesto á influencias magnéticas, á la humedad, á temperaturas elevadas y á cambios bruscos de éstas, puede regir sin alteración sensible durante muchos años; pero como esto es eventual será preciso recalibrar los aparatos una vez al año, por lo menos, sin perjuicio de hacerlo siempre que sufran algún golpe ó reciban descarga eléctrica superior á la que pueden tolerar.

Con mayor frecuencia deben ser contrastados los de *imán permanente*, es decir, aquellos en que el imán obra como fuerza de retención de la aguja en cero, porque esta fuerza, como es sabido, va debilitándose continuamente.

FRANCISCO DEL RÍO JOAN.

(Se continuará.)

TELEGRAFÍA SIN HILOS.

EL MÉTODO DE MARGONI Y SUS PERFECCIONAMIENTOS MÁS IMPORTANTES.

(Conclusión.)

EXPERIMENTALMENTE se ha comprobado el hecho de que los carretes autoinductivos receptores, en que el arrollamiento secundario esté

dispuesto en una sola capa, y las espiras á una distancia determinada, por ejemplo, 2 milímetros, siendo la capacidad tan pequeña que se pueda despreciar, tienen un período de oscilación aproximadamente igual al de un conductor vertical de la misma longitud.

Si, por lo tanto, usamos un carrete autoinductivo en el receptor, que tenga 40 metros de longitud, será preciso emplear una antena de 40 metros en las dos estaciones, transmisora y receptora. Por este medio se pueden tener los dos circuitos en la estación transmisora perfectamente acordes, y sólo hay que ajustar al transmisor la capacidad del condensador, lo que se puede conseguir fácilmente, bien sea por medio de un condensador compuesto de placas movibles á las que se haga deslizar más ó menos unas sobre otras, según convenga, ó utilizando botellas de Leyden en número variable.

Empezando un experimento con pequeña capacidad que se vaya haciendo aumentar gradualmente, se llegará á tener un valor de esa capacidad, con el que podrán ser recibidas y registradas las señales en el receptor. Suponiendo que se encuentre el sistema receptor dentro de la esfera de acción del transmisor, entonces las señales tendrán su mayor fuerza para un cierto valor de la capacidad del condensador. Si se continúa aumentando la capacidad, irán debilitándose gradualmente las señales, mientras que si á la vez que se aumenta la capacidad, se añade también inductancia á la antena para mantenerla acorde con el circuito condensador, aún se irradiarán ondas, pero éstas no afectarán al receptor. Por consiguiente, si en la estación receptora añadimos inductancia ó capacidad al hilo A (fig. 5), y del mismo modo á los extremos del secundario J_2 , se podrán recibir despachos del transmisor aunque utilicemos ondas de diferente frecuencia.

Razonando de este modo, ha deducido Marconi como consecuencia, que, si existen varias estaciones receptoras, y cada una de ellas se encuentra entonada á diferente período de vibración eléctrica, siendo conocidas en la estación transmisora la capacidad é inductancia correspondientes á las mismas, no será difícil transmitir á cualquiera de ellas, sin peligro de que el telegrama sea recibido por otras estaciones á las cuales no se haya dirigido. También indica otro procedimiento, como susceptible de producir mejores resultados; que consiste en enlazar á la misma antena de transmisión, por conexiones de diferente inductancia, varios transmisores diferentemente sintonizados, y á la antena receptora igual número de receptores correspondientes. Con esta disposición podrán ser enviados simultáneamente distintos telegramas por cada uno de los transmisores enlazados con la misma antena transmisora, y también podrán ser recibidos simultáneamente por la antena que está

en conexión con los aparatos receptores diferentemente acordados. Un nuevo perfeccionamiento ha sido obtenido por la combinación de los dos sistemas, el que acabamos de indicar y el de antenas cilíndricas. En este caso los cilindros están en comunicación con el secundario del transformador transmisor, y el receptor á un carrete de inductancia sintonizado con la estación transmisora, debiendo estar, en cada estación, todos los circuitos acordados al mismo período como antes se ha dicho.

La estación transmisora, según este último método, puede verse representada en la figura 12. A y A_1 son los cilindros irradiadores unidos al secundario d_1 del transformador transmisor; d , un arrollamiento de

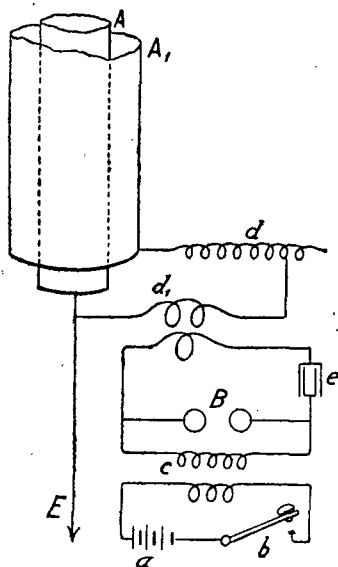


FIG. 12.

autoinducción variable; a , batería de pilas ó acumuladores; b , manipulador; c , bobina Ruhmkorff; B , el excitador, y e , un condensador de capacidad eléctrica variable; E , es el hilo de comunicación con tierra.

En la figura 13 están dibujadas dos estaciones transmisoras unidas á la misma antena A . En ella están marcados todos los aparatos con las mismas letras que tienen en la figura 12. La figura 14 representa dos estaciones receptoras unidas también á la misma antena; en T y T' , se ven los cohesores; en e y h , los condensados; en J_1 , J_2 y J_3 , los transformadores de recepción, y en E y E' , los hilos de comunicación con tierra.

Comprendiendo la importancia y utilidad del nuevo sistema de telegrafía sin hilos, bajo el punto de vista de sus aplicaciones militares, ha proyectado y construido Guillermo Marconi una completa instalación,

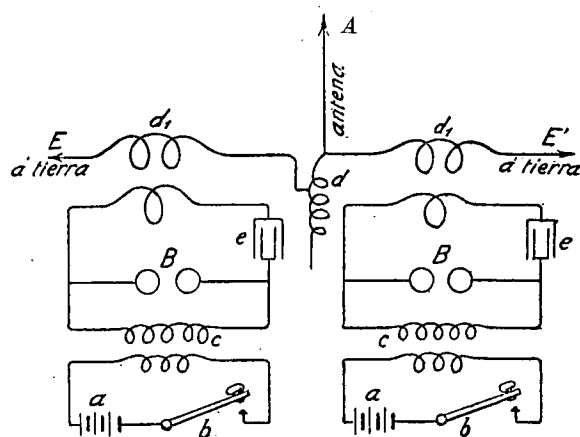


FIG. 13.

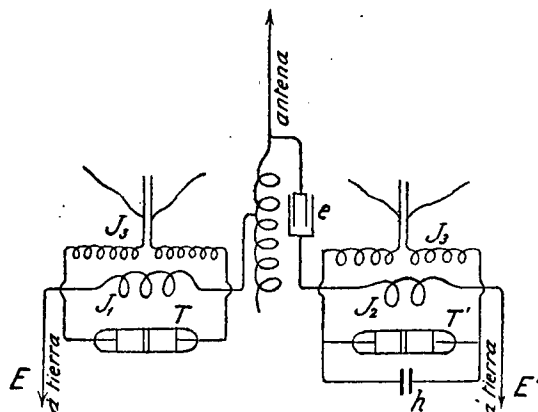


FIG. 14.

transportable por medio de un carro automóvil de vapor, y que parece llamada á prestar muy buenos servicios en campaña. El vehículo es de forma bastante alargada, y sobre su cubierta va colocado un cilindro metálico de 6 á 7 metros de altura, dispuesto de modo que pueda ser abatido sobre el techo del automóvil durante la marcha. En el transmisor se emplea una bobina de inducción de 25 centímetros de chispa, accionada por acumuladores que se cargan por una pequeña dinamo puesta en movimiento por el motor del carro. Un trozo de hilo conductor de suficientes dimensiones establece la comunicación con tierra por medio de una disposición conveniente para que dicha comunicación no se interrumpa, aun cuando se traslade el carro motor desde un punto á otro. También dice el inventor haber obtenido buenos resultados suprimien-

do la comunicación con tierra y substituyéndola por la comunicación con la capacidad eléctrica de la caldera del carro automóvil. Con este modelo de instalación se ha podido comunicar con una estación sintonizada, hallándose esta última situada á la distancia de 31 millas. Además, se ha visto que podían ser transmitidas las señales á considerable distancia, estando colocado el cilindro en posición horizontal.

En la primavera del año 1901 intentó Marconi realizar pruebas de comunicación á mayores distancias que las alcanzadas en experiencias anteriores. Una estación fué establecida en Lizard, Cornwall; y en el primer ensayo se pudo establecer desde luego la comunicación con otra estación situada en St. Catherine, isla de Wight, distante de la primera 186 millas. Es interesante observar que las señales fueron obtenidas á esta distancia con los aparatos transmisores representados en la figura 1 ó con la disposición de la figura 8, con la condición de que en la estación receptora fuera empleado como resonador un carrete de inducción apropiado. La energía eléctrica empleada para esta comunicación fué solamente de 150 watios. En estas experiencias estaba formada la antena por cuatro hilos verticales, separados entre sí 1,50 metros, alcanzando una altura de 48 metros; también se empleó un solo hilo metálico sin recubrir, de la misma altura. Es digno de mencionar que para comunicar entre Poole y St. Catherine, distantes entre sí 31 millas, con la misma cantidad de energía y la misma clase de antena, solo hizo falta una altura de 20 metros para obtener señales de la misma fuerza que las obtenidas entre las estaciones situadas á 186 millas con 48 metros de antena. Esto confirma otros muchos resultados que se habían podido observar precedentemente, los cuales indican que á paridad de otras condiciones, la distancia de comunicación varía con el cuadrado de la altura de antena en las dos estaciones, transmisora y receptora. Siempre se ha visto esta ley cumplida si la altura es próximamente igual en ambas estaciones.

El progreso en el sintonismo de la telegrafía sin hilos, aumenta extraordinariamente su campo de aplicación y utilidad, puesto que permite establecer próximas un gran número de estaciones telegráficas, y que puedan funcionar sin estorbarse ni sorprender mutuamente sus despachos.

Muy recientemente ha verificado Marconi pruebas para determinar á qué distancia de un transmisor sintonizado, que irradia ondas de una cierta frecuencia, debe estar un receptor sintonizado á diferente frecuencia, para que éste pueda ser impresionado. Como resultado de sus observaciones establece, que si se trabaja con oscilaciones que difieran muy considerablemente en período, un transmisor capaz de enviar se-

ñales á un receptor sintonizado y distante 31 millas, no impresionará á otro no sintonizado, aunque diste el transmisor 50 metros solamente. Cuando el período de oscilación de los dos tonos es más semejante entre sí, entónces el receptor no sintonizado puede ser impresionado aunque se le sitúe á algunos kilómetros de distancia.

Una circunstancia muy interesante, por cuanto se refiere á las experiencias y sucesivos perfeccionamientos operados en el método de Marconi, es la de que, á pesar de haber variado el inventor, lo mismo en el conjunto que en la mayor parte de los detalles la disposición de sus aparatos de telegrafía, ha continuado utilizando en casi todos los ensayos de comunicación el mismo modelo de tubo cohesor, que pueden ver nuestros lectores representado en su verdadero tamaño en la figura 15,

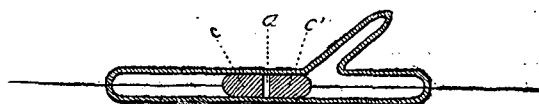


FIG. 15.

y consiste en un tubo de cristal de 4 centímetros de longitud y 2,5 milímetros de diámetro interior; los electrodos c y c' son de plata y esmeradamente ajustados á la parte interior del tubo; el pequeño intervalo a que existe entre los electrodos es de 1 milímetro próximamente y está en parte ocupado por las limaduras metálicas, compuestas de 96 partes de níquel y 4 de plata, finamente pulverizadas y tamizadas.

En la práctica se ha observado que aumentando la proporción de limaduras de plata en el cohesor, aumenta también la sensibilidad de éste; pero es más conveniente que la sensibilidad no sea excesiva para que no sea impresionado el receptor por las perturbaciones eléctricas propias de la atmósfera ó de otros agentes extraños. La disminución del espacio comprendido entre los electrodos aumenta del mismo modo la sensibilidad del cohesor, pero si el citado espacio llega á ser demasiado pequeño, el cohesor funciona muy irregularmente. La cantidad de limaduras que se emplea es muy pequeña y cuidadosamente preparada, debiéndose adoptar la precaución de que las pequeñas partículas metálicas no estén demasiado oprimidas por los electrodos, pues cuando esto sucede, la decohesión se verifica con dificultad y no quedan registradas en el receptor todas las señales transmitidas; en cambio, cuando la presión ejercida por los electrodos sobre las limaduras no es la suficiente, resulta poco sensible el cohesor. Antes de ser empleados en la práctica los tubos cohesores se les somete á algunas pruebas y se gradúan ajustando los

electrodos á la distancia conveniente para que sean accionados por la pequeña chispa producida en un timbre eléctrico situado á 1 metro de distancia; entonces se cierra el tubo, soldándole después de haber hecho el vacío en su interior. Esta última operación no se considera indispensable, pero es muy conveniente para evitar la oxidación de las limaduras y conseguir que pueda ser utilizado en servicio durante mayor tiempo un mismo tubo cohesor.

Para terminar el presente artículo, llamaremos la atención de nuestros lectores acerca de las experiencias verificadas por Marconi en el mes de enero último entre San Juan de Terranova y Cornwall (Inglaterra), salvando una distancia de 2.690 kilómetros; de estos importantísimos ensayos de comunicación ha publicado la prensa periódica noticias detalladas, que no repetimos aquí por considerarlas suficientemente conocidas. En dichas experiencias, cuyos resultados superan con gran ventaja á las verificadas anteriormente en Inglaterra, y á las que han tenido lugar entre Córcega y Francia, ha visto Marconi realizadas sus esperanzas de conseguir un aumento considerable en la distancia de comunicación, por medio de la perfección del sintonismo de sus aparatos telegráficos.

ISIDRO CALVO.

ESTUDIO TEÓRICO-PRÁCTICO
DEL
TREN DE PUENTES REGLAMENTARIO EN ESPAÑA.

SUS DEFECTOS Y MEDIOS ECONÓMICOS DE REMEDIARLOS.

(Continuación.)

b.) Viguetas.

1.º—Tramo de caballetes.—(a) CARGAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS.

Siendo 3,28 metros la longitud del tablón y 5,50 metros la del tramo, la superficie de éste se eleva á

$$3,28 \times 5,50 = 18,04 \text{ m.}^2;$$

y la carga máxima total en el tramo será:

$$18,04 \times 400 = 7200 \text{ kg.}$$

Para el caso actual de 5 viguetas por tramo, la repartición de los 7200 kilogramos se hace de tal modo, que sobre cada una de las viguetas pares actúa una parte igual á

$$0,285 \cdot 7200 = 2050 \text{ kg. (1).}$$

El coeficiente de trabajo es por lo tanto:

$$\begin{aligned} \frac{Rab^2}{6} &= \frac{1}{8} 2050 \cdot 550 \quad , \quad R = \frac{2050 \cdot 6 \cdot 550}{8 \cdot 10,5 \cdot 15,7^2} = \\ &= \frac{2050 \cdot 6 \cdot 550}{8 \cdot 2588} = 327 \text{ kg. por cm.}^2 \end{aligned}$$

La *carga media* se eleva á 4620 kilogramos, pues la anchura del tablero es ahora solamente la de pista, que queda entre las caras interiores de las viguetas de trincar, esto es, 2,80 metros (2), y por lo tanto la superficie del tramo

$$2,80 \cdot 5,50 = 15,40 \text{ m.}^2$$

que á 300 kilogramos por metro cuadrado dá el valor indicado de 4620 kilogramos.

De este peso corresponden á cada una de las viguetas pares, que son las más cargadas,

$$\frac{32}{112} \cdot 4620 = 1320 \text{ kg.,}$$

y por lo tanto:

$$R = \frac{1320 \cdot 6 \cdot 550}{8 \cdot 2588} = 210 \text{ kg. por cm.}^2$$

b.) CARGAS AISLADAS.—En la figura 1 las reacciones parciales y totales en los apoyos (estas últimas serán las cargas sobre las viguetas) son:

$$\begin{aligned} A' &= K + \frac{m' - m}{62} = 700 + \frac{-6975 - 0}{62} = 700 - 112,5 = 587,5 \text{ kg.} \\ B' &= K + \frac{m - m'}{62} = 700 + \frac{0 + 6975}{62} = 700 + 112,5 = 812,5 \text{ kg.} \\ A'' &= 0 + \frac{m'' - m'}{62} = \frac{-4650 + 6975}{62} = 37,5 \text{ kg.} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \begin{array}{l} F' = B' + A'' = 812,5 + \\ + 37,5 = 850 \text{ kg.} \end{array}$$

(1) MARVÁ: Pág. 346.

(2) Recuérdese, que la carga media es debida al paso de tropa formada.

no siendo necesario hallar más porque F' es la mayor.

La fatiga de las viguetas pares, será, pues:

$$R = \frac{1}{4} \cdot 850 \cdot 550 \cdot \frac{6}{2588} + \frac{1}{8} P \cdot l \cdot \frac{6}{2588}$$

Para hallar P se tendrá en cuenta que el carro catalán ocupa de la superficie total del tramo unos 10 metros cuadrados, y por lo tanto, quedan 8 metros cuadrados, que á 400 kilogramos, representan una carga máxima total de 3200 kilogramos, la cual se puede admitir que actúa tan sólo en las viguetas 1, 2, 4 y 5, y P será igual á $\frac{3200}{4} = 800$ kilogramos.

En su consecuencia:

$$R = \frac{1}{4} \cdot 850 \cdot 550 \cdot \frac{6}{2588} + \frac{1}{8} \cdot 800 \cdot 550 \cdot \frac{6}{2588} = 271 + 127 = 398 \text{ kg. por cm.}^2$$

Si se tuviera en cuenta la sobrecarga media,

$$P = \frac{5,4 \times 300}{4} = 400 \text{ kg.}$$

y por lo tanto,

$$R = 271 + 63 = 334 \text{ kg. por cm.}^2$$

2.º—Tramo normal reforzado.—a.) CARGAS REPARTIDAS.

PRIMER CASO. *Todo el tablero ocupado.*—Para este caso, que será el más general, cada una de las viguetas está apoyada en cuatro puntos, y siendo las longitudes de los tramos las que detalla la figura 2, las cargas por metro lineal serán las que dicha figura indica, teniendo pre-

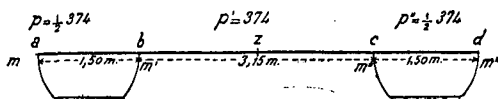


Fig. 2.

sente que en los tramos correspondientes á los pontones las cargas han

de ser mitad de la de los intermedios, por ser doble el número de viguetas.

La carga correspondiente á cada una de las viguetas pares, es:

$$6,12 \times 3,28 \times 400 \times 0,285 = 2290 \text{ kg.}$$

y por lo tanto, la carga por metro lineal, en el tramo entre pontones,

$$p' = \frac{2290}{6,12} = 374 \text{ kg.}$$

El teorema de los tres momentos es, para cargas uniformemente repartidas,

$$\frac{1}{4} p_{n-1} l_{n-1}^3 + \frac{1}{4} p_n l_n^3 + m'_{n-1} l_{n-1} + 2m'_n (l_n + l_{n-1}) + m'_{n+1} l_n = 0,$$

que aplicado á los puntos *a*, *b* y *c*, da:

$$\frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 374 \cdot 1,50^3 + \frac{1}{4} \cdot 374 \cdot 3,15^3 + m' \cdot 2(1,50 + 3,15) + m'' \cdot 3,15 = 0,$$

y teniendo en cuenta que por simetría, $m' = m''$:

$$\begin{aligned} m' &= - \frac{1}{4} \cdot 374 \left(\frac{1,50^3}{2} + 3,15^3 \right) \cdot \frac{1}{2(3,15 + 1,50) + 3,15} = - \\ &= - \frac{1}{4} \cdot 374 \left(\frac{3,37}{2} + 31,26 \right) \frac{1}{12,55} = - 245 \text{ kgm.} \end{aligned}$$

El máximo momento será en *z*:

$$\begin{aligned} M &= \frac{1}{8} p l^2 - \left(\frac{-245 + 245}{2} + 245 \right) = \frac{1}{8} \cdot 374 \cdot 3,15^2 - 245 = \\ &= 464 - 245 = 219 \text{ kgm.} \end{aligned}$$

y

$$R = \frac{219 \cdot 6}{0,002588} = 500.000 \text{ kg. por m.}^2 = 50 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para la sobrecarga media:

$$R = 32 \text{ kg. por cm.}^2$$

SEGUNDO CASO. *Un tramo ocupado y los dos adyacentes sin carga.*— Raro será que este caso se presente; más aún así, desde el momento en que es posible, no está demás el tenerlo en cuenta.

La carga por metro lineal es como en el caso anterior,

$$p' = 374 \text{ kg.}$$

La disposición de la viga y su carga, así como las distintas dimensiones, siendo las que detalla la figura 3, el máximo momento se obtendrá para la sección media, por simetría, y será:

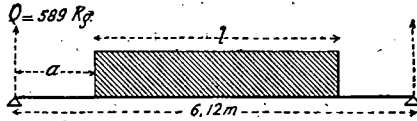


Fig. 3.

$$M = Q \left(\frac{1}{2} l + a \right) - \frac{1}{2} p' \left(\frac{1}{2} l \right)^2 = 589 \left(\frac{3,15}{2} + 1,50 \right) - \frac{1}{8} 374 \cdot \overline{3,15^2} = 1812 - 464 = 1348 \text{ kgm.}$$

$$R = \frac{1348 \cdot 6}{0,002588} = 312 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para la sobrecarga media:

$$P = 2,80 \cdot 3,15 \cdot 300 \cdot 0,285 = 754 \quad \rightarrow \quad p' = \frac{754}{3,15} = 240 \text{ kg.}$$

El momento máximo será:

$$\frac{754}{2} \cdot 3,06 - \frac{1}{8} \cdot 240 \cdot \overline{3,15^2} = 1154 - 298 = 856 \text{ kgm.}$$

$$R = \frac{856 \cdot 6}{0,002588} = 198 \text{ kg. por cm.}^2$$

b.) CARGAS AISLADAS.—Aquí el caso más general, ó mejor dicho, el caso único, es el de un tramo cargado y sin carga los dos adyacentes, pues las longitudes de los tramos y de los carros no permiten el que á un mismo tiempo haya carros en tres tramos consecutivos.

Las bordas interiores de los pontones ceden, por lo tanto, y no se puede considerar la vigueta más que como una pieza apoyada en sus dos extremos, esto, es, en puntos distantes 6,12 metros.

El coeficiente de trabajo es:

$$R = \left(\frac{1}{4} \cdot 850 \cdot 6,12 + \frac{1}{8} P \cdot 6,12 \right) \frac{6}{0,002588} = \\ = (1300,5 + \frac{1}{8} 450 \cdot 6,12) \frac{6}{0,002588} = 381 \text{ kg. por cm.}^2$$

teniendo en cuenta que el valor de P -es:

$$P = \frac{4,5 \times 400}{4} = 450 \text{ kg.}$$

3.º—Tramo normal ligero.—a.) CARGAS UNIFORMEMENTE REPARTIDAS.

PRIMER CASO. *Todo el tablero ocupado.*—Las viguetas se apoyan en tres puntos como indica la figura 4 y análogamente al tramo normal reforzado se tiene:

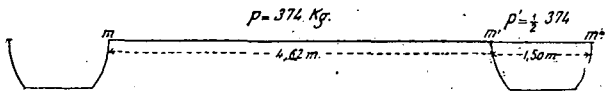


Fig. 4.

$$\frac{1}{4} \cdot 374 \cdot 4,60^3 + \frac{1}{4} \cdot \frac{1}{2} \cdot 374 \cdot 1,55^3 + 2 \cdot m' \cdot 6,12 = 0.$$

$$m' = - \frac{1}{4} \cdot 374 \left(\frac{1,50^3}{2} + 4,60^3 \right) \cdot \frac{1}{12,24} = - 748 \text{ kgm.}$$

El máximo momento en z será:

$$M = \frac{1}{8} \cdot 374 \cdot 4,6^2 - \frac{748}{2} = 603 \text{ kgm.}$$

$$R = \frac{603 \cdot 6}{0,002588} = 139 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para la sobrecarga media:

$$R = 112 \text{ kg. por cm.}^2$$

SEGUNDO CASO. *Un solo tramo ocupado.*—(Fig. 5).

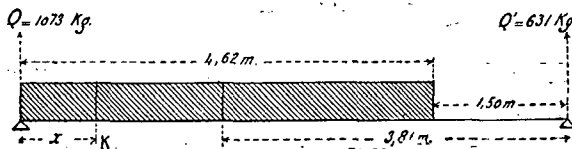


Fig. 5.

$$P = 4,60 \times 3,28 \times 400 \cdot 0,285 = 1710 \text{ kg.}$$

$$\frac{Q}{P} = \frac{3,80}{6,12} \quad \text{,} \quad Q = 1073 \text{ kg.}$$

En la sección K que dista x del origen, el momento es:

$$1073 \cdot x - \frac{1}{2} p \cdot x^2,$$

cuyo máximo se alcanza, por diferenciación, para

$$x = \frac{1073}{374} = 2,87 \text{ m.};$$

y substituyendo se tiene:

$$1073 \cdot 2,87 - \frac{1}{2} 374 \cdot 2,87^2 = 3080 - 1540 = 1540 \text{ kgm.}$$

$$R = \frac{1540 \cdot 6}{0,002588} = \frac{9240}{0,002588} = 357 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para la *sobrecarga media* la superficie es:

$$4,6 \times 2,8 = 12,8 \text{ m.}^2$$

que á 300 kilogramos representan 3840 kilogramos, de los que corresponden á cada una de las viguetas pares 1094, y

$$p = \frac{1094}{4,6} = 240 \text{ kg.}$$

El valor de Q será ahora:

$$Q = \frac{1094 \cdot 3,84}{6,12} = 687,$$

y

$$x = \frac{687}{240} = 2,87$$

como antes.

El máximo momento de flexión es:

$$M = 687 \cdot 2,87 - \frac{1}{2} \cdot 240 \cdot 2,87^2 = 983 \text{ kgm.}$$

$$R = \frac{983 \cdot 6}{0,002588} = 228 \text{ kg. por cm.}^2$$

b.) CARGAS AISLADAS.—De los 15 metros cuadrados del tramo entre pontones, ocupa el carro catalán 9, y por lo tanto:

$$P = \frac{6 \cdot 400}{4} = \frac{2400}{4} = 600 \text{ kg.}$$

$$R = \left(\frac{1}{4} \cdot 850 \cdot 6,12 + \frac{1}{8} \cdot 600 \cdot 6,12\right) \frac{6}{0,002588} = 407 \text{ kg. por cm.}^2$$

4.º—Tramo anormal de cuatro viguetas.

Siendo de 2,07 metros la anchura de pista, la anchura media viene á ser de 2,20 metros y por lo tanto la carga total:

$$P = 2,20 \times 6,12 \times 400 = 5386 \text{ kg.},$$

de la que corresponden á cada una de las dos viguetas centrales,

$$\frac{11}{30} 5386 = 1975 \text{ kg.}$$

$$R = \frac{1}{8} 1975 \cdot 6,12 \cdot \frac{6}{0,002588} = 350 \text{ kg. por cm.}^2$$

Con la sobrecarga media:

$$P = 2,07 \times 6,12 \times 300 = 3800 \quad \text{y} \quad p = \frac{11}{30} \cdot 3800 = 1394$$

$$R = \frac{1}{8} 1394 \cdot 6,12 \cdot \frac{6}{0,002588} = 276 \text{ kg. por cm.}^2$$

Tramo anormal de vía estrecha con tres viguetas.

Las cargas totales para las sobrecargas máxima y media son respectivamente:

$$P = 1,60 \times 6,12 \times 400 = 3916 \quad \text{y} \quad P' = 1,35 \times 6,12 \times 300 = 2478,$$

y como la vigueta central toma $\frac{5}{8}$ de ellas, resulta:

$$R = \frac{5}{8} \cdot \frac{1}{8} \cdot 3916 \cdot 6,12 \cdot \frac{6}{0,002588} = 433 \text{ kg. por cm.}^2;$$

y

$$R = \frac{5}{8} \cdot \frac{1}{8} \cdot 2478 \cdot 6,12 \cdot \frac{6}{0,002588} = 274 \text{ kg. por cm.}^2$$

* * *

RESUMEN.—De todo lo expuesto se deduce el siguiente cuadro:

	Al paso del carro catalán.	334 kg. por cm. ²	
<i>Tramo de caballetes. . .</i>	Al paso de infantería en derrota.	327 » » »	
	Al paso de infantería formada en columna de á cuatro.	210 » » »	
	Al paso del carro catalán.	381 » » »	
<i>Tramo normal reforzado. . .</i>	Al paso de infan- (ocupando un solo tramo	312 » » »	
	tería en derrota. (id. todo el puente. . .	50 » » »	
	Al paso de infan- (id. un solo tramo. . .	198 » » »	
	tería en columna. (id. todo el puente. . .	32 » » »	
<i>Tramo normal ligero. . . .</i>	Al paso del carro catalán.	407 » » »	
	Al paso de infan- (ocupando un solo tramo	357 » » »	
	tería en derrota. (id. todo el puente. . .	139 » » »	
	Al paso de infan- (id. un solo tramo. . .	228 » » »	
	tería en columna. (id. todo el puente. . .	112 » » »	
<i>Tramo anormal de cuatro viguetas. . .</i>	Al paso de infantería en derrota. . .	350 » » »	
	Al paso de infantería en columna. . .	276 » » »	
<i>Tramo anormal de tres viguetas. . .</i>	Al paso de infantería en derrota. . .	433 » » »	
	Al paso de infantería en columna. . .	274 » » »	

Así, pues:

1.º El tramo de caballetes es demasiado débil para utilizarlo en el paso del carro catalán y de la infantería en derrota.

2.º El tramo normal reforzado sólo trabaja en buenas condiciones cuando la infantería formada ocupa un sólo tramo, caso muy raro. En las demás situaciones ó trabaja excesivamente mucho, ó demasiado poco, lo que desde luego se comprende, porque esa disposición de las viguetas cruzándose á todo lo ancho del pontón, produce un acumulamiento de material del todo inútil.

3.º El tramo normal ligero presenta algo atenuados los defectos del reforzado, para el paso de infantería en columna, ó en derrota, ocupando todo el puente; pero en cambio, aumenta el coeficiente de trabajo para el paso del carro catalán, y para el de la infantería en derrota ocupando un sólo tramo; y

4.º Ninguno de los tramos anormales es utilizable ni aún para el paso de infantería formada, á no ser que se alargue considerablemente la longitud de la columna.

II.

ESTUDIO DE LOS APOYOS.

A.) Caballete.

1.º PRÉ.—a.) *Parte superior.*—Suponiendo todo el peso del tramo, transmitido directamente á las cadenas, sobre cada una de éstas actúa una fuerza vertical de

$$\frac{7200}{2} = 3600 \text{ kg.},$$

que descompuesta en las a y b (fig. 6) dá para valores de éstas:

$$a = \frac{P}{\cos \alpha} = \frac{P}{\sin \beta} = \frac{P}{\sin (\varphi + \psi)} = \frac{3600}{0,964} = 3735 \text{ kg.},$$

$$b = P \cdot \operatorname{tag} \alpha = P \cotg (\varphi + \psi) = 3600 \cdot 0,277 = 997 \text{ kg.}$$

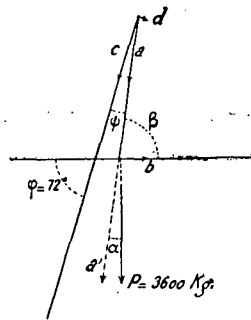


Fig. 6.

A su vez se descompone a en las d y c de valores:

$$c = a \cos \psi = 3735 \cdot 0,999 = 3730 \text{ kg.}$$

y

$$b = a \sin \psi = 3735 \cdot 0,044 = 165 \text{ kg.}$$

La fuerza b sólo produce acción en la cumbrera y la tendré en cuenta á su debido tiempo; y el coeficiente de trabajo del pie se forma con la suma de los debidos solamente á las fuerzas c y d .

Si no se produjera flecha alguna, el momento de flexión máximo sería $d \times l$, llamando l á la mayor distancia entre el punto de aplicación de d y la cara superior de la cumbrera; y siendo 2 metros la longitud

de la parte de eslabones de la cadena, descontando 0,25 metros para el trozo que se introduce en la cumbrera, queda un valor máximo para de 1,75 metros, y por lo tanto:

$$m = d \cdot l = 165 \times 1,75 = 288,75 \text{ kgm.}$$

Pero bajo la acción de d se produce una flecha:

$$f = \frac{1}{3} \frac{d \cdot l^3}{E \cdot I},$$

que para $E = 10^9$, y

$$I = \frac{a b^3}{12} = \frac{0,105 \times 0,157^3}{12} = 0,000034,$$

resulta:

$$f = \frac{1}{3} \frac{165 \cdot 1,75^3}{10^9 \cdot 0,000034} = 8,67 \text{ mm.}$$

La fuerza c (fig. 7) que actuaba antes en a lo hace ahora en b al extremo del brazo de palanca $a b$ y produce un momento de flexión:

$$m' = 3730 \times 0,00867 = 32,4 \text{ kgm.}$$

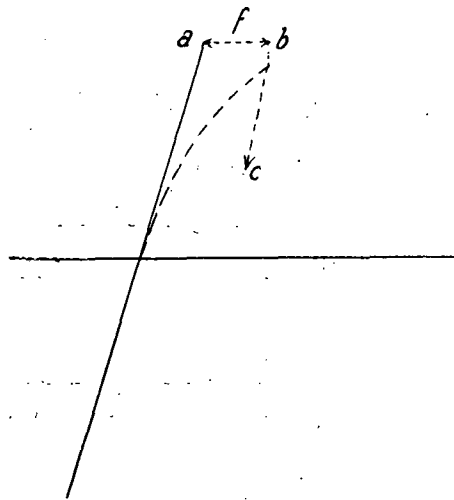


Fig. 7.

El momento total será:

$$M = m' + m = 321,15 \text{ kgm.}$$

y el valor de R' coeficiente de trabajo debido á la flexión:

$$R' = \frac{321,15 \cdot 6}{0,002588} = 74,5 \text{ kg. por cm.}^2$$

La fuerza c produce además una compresión, cuyo cálculo se hace por medio de la fórmula de Barré (1):

$$R'' = \frac{P}{\omega} \left(0,93 + 0,00185 \cdot n \cdot \left(\frac{l}{b} \right)^2 \right),$$

en la que P es la carga, ω la sección, l la longitud, b el lado menor y n un coeficiente cuyos valores son:

$n = 1$ para el caso de prisma empotrado en los dos extremos.

$n = 2$ para el caso de prisma empotrado en un extremo y articulado en el otro.

$n = 4$ para el caso de prisma articulado en los dos extremos.

$n = 16$ para el caso de prisma empotrado en un extremo y libre en el otro.

En el caso actual $n = 16$ y por lo tanto:

$$\begin{aligned} R'' &= \frac{3730}{165} \left(0,93 + 16 \cdot 0,00185 \left(\frac{1,75}{0,105} \right)^2 \right) = \\ &= 22,6 \times 9,2 = 208,5 \text{ kg. por cm.}^2 \end{aligned}$$

y

$$R = R' + R'' = 74,5 + 208,5 = 283 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para la *sobrecarga media*:

$$P = 2310 \text{ kg.} \quad \gg \quad a = \frac{2310}{0,964} = 2395 \quad \gg \quad b = 2310 \cdot 0,277 = 409 \text{ kg.,}$$

$$c = 2395 \cdot 0,999 = 2390 \quad \gg \quad d = 2395 \times 0,044 = 106 \quad \gg \quad f = 0,0056 \text{ m.,}$$

$$M = 2395 \cdot 0,0056 + 160 \cdot 1,75 = 199 \text{ kgm.}$$

$$R' = \frac{199 \cdot 6}{0,002588} = 46 \text{ kg. por cm.}^2 \quad \gg \quad R'' = \frac{2390}{165} \times 9,2 = 133 \text{ kg. por cm.}^2$$

y

$$R = R' + R'' = 179 \text{ kg. por cm.}^2$$

(1) MARVÁ: Pág. 757.

b.) *Parte inferior.*—Puesto que la cara interior de la caja de la cumbrera tiene una inclinación igual á la que toma el pié, suponiendo la máxima longitud de éste, que es igual á 4,50 metros, el coeficiente de trabajo se deduce de la fórmula antes considerada para la compresión, esto es:

$$R'' = \frac{P}{\omega} \left(0,93 + n \cdot 0,00185 \left(\frac{4,50}{0,105} \right)^2 \right).$$

En efecto: si la carga se transmite íntegramente á la cadena, como ésta, por la escasa longitud del pié en su parte superior, queda vertical (fig. 8), la descomposición de P se hace en las dos fuerzas a y b de valores:

$$a = P \operatorname{sen.} \psi \quad \text{y} \quad b = P \operatorname{cos.} \psi.$$

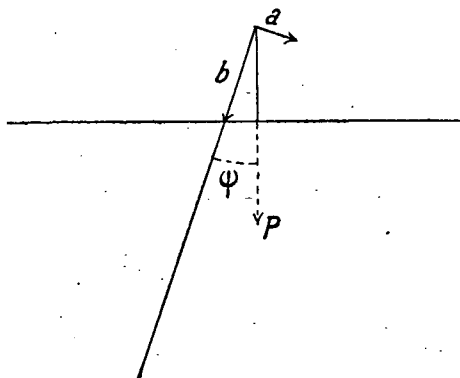


Fig. 8.

El momento de a se neutraliza por las reacciones que se desarrollan en la caja de la cumbrera, y queda solamente b actuando en la parte inferior del pié.

Si la carga se transmitiese íntegramente de la cumbrera al pié (fig. 9), se considerará á éste como apoyado en s y recibiendo por s' la presión total, que se descompone en las dos a y b , normal la primera á la superficie de apoyo, y paralela á la misma la segunda; y teniendo por valores los mismos del caso anterior.

Así, pues, en las condiciones normales de colocación del caballete, que son las únicas que hay que estudiar, no se debe tener en cuenta ninguna fuerza que produzca flexión, en la parte inferior del pié, y sí tan sólo una de compresión, cuya fórmula de coeficiente de trabajo es la indicada, en la que, teniendo en cuenta que por el huelgo que es indispensable dejar entre las caras del pié y las de la caja de la cumbrera,

hay que suponer aquel articulado en ésta é igualmente en la parte inferior que se apoya en el terreno, el valor de n es 4 y

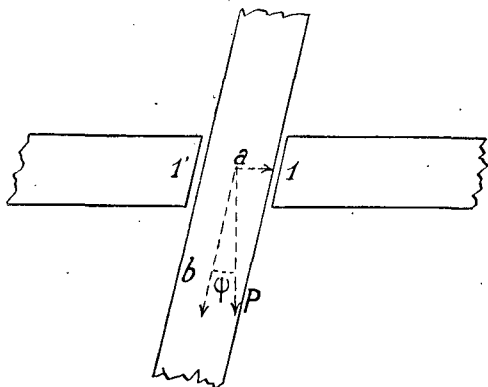


Fig. 9.

$$R = \frac{3600 \cdot 0,95}{165} \left(0,93 + 4 \cdot 0,00185 \left(\frac{4,50}{0,105} \right)^2 \right) = 302 \text{ kg. por cm.}^2$$

Para la sobrecarga media:

$$R = \frac{2310 \cdot 0,95}{165} \left(0,93 + 4 \cdot 0,00185 \left(\frac{4,50}{0,105} \right)^2 \right) = 195 \text{ kg. por cm.}^2$$

EMILIO FIGUERAS.

(Se continuará.)

REVISTA MILITAR.

ESTADOS UNIDOS.—Municiones consumidas por su marina durante la última guerra.—FRANCIA.—Su marina en Oriente.—INGLATERRA.—Empleo de los globos en la guerra Sud-Africana.—Gastos anuales de la campaña contra los boers.



El almirante O'Neil, jefe de la oficina del material de artillería de los Estados Unidos, ha practicado recientemente investigaciones para averiguar el consumo que hizo la artillería naval americana durante la última guerra. Hé aquí algunas cifras referentes al asunto.

En el combate naval de Manila el número total de proyectiles consumidos fué de 5818, con un peso de 66 toneladas y un coste de 259.243 pesetas. El *Olympia* fué el buque que más disparó, 1677; luego, en orden decreciente, el *Baltimore*, 1434; el *Boston*, 1106. El *Raleigh*, el *Concord* y el *Pretel* consumieron muchísimas menos municiones.

En Santiago de Cuba el número de proyectiles arrojados fué de 9474, con un peso de 114 toneladas y un coste de 411.328 pesetas. De estos 9474 proyectiles sólo

124 hicieron blanco, lo cual da 1,3 por 100. El *Oquendo* recibió 61 balazos; el *Vizcaya*, 28; el *María Teresa*, 29 y el *Cristobal Colón*, 6.

*
* *

Como quiera que el problema del Asia oriental, solo puede decirse que está aplazado, nos parece interesante extractar lo que sigue, referente á la marina con que Francia cuenta en los mares de Oriente.

Con el nombre de *Fuerza naval de los mares de Oriente*, se ha creado en 1.º de abril la escuadra que ha de constituir la guardia de aquellos mares, en substitución de las tres antiguas divisiones navales del extremo Oriente, de la Cochinchina, el Océano Indico y del Pacífico.

Estas divisiones, como dice el informe que precede al decreto de creación de la nueva unidad, eran muy criticadas desde hace larga fecha. Eran desproporcionados los gastos que ocasionaban, respecto al efecto útil que se obtenía. Se había propuesto reemplazarlas por divisiones volantes que periódicamente visitasen los puntos donde Francia tiene intereses que proteger, pero estos viajes hubiesen causado grandes gastos de combustible, y acaso hubieran hecho falta los buques en el momento oportuno en una parte, por estar visitando otras, y esto sucedió últimamente cuando los sucesos de China. Por esta causa se desistió de este sistema y se ha recurrido á la creación de una fuerza naval bastante respetable para que su acción se deje sentir sobre todos los mares del extremo de Oriente.

La nueva formación, puesta á las órdenes de un vicealmirante, comprenderá:

- 1.º Una escuadra activa de doce buques armados (cruceros acorazados rápidos cruceros corsarios muy rápidos y cruceros protegidos), formada en dos divisiones.
- 2.º Buques ligeros de alta mar y cañoneros de río, especialmente afectos al servicio de las costas y de los ríos.
- 3.º Torpederos y submarinos.
- 4.º Una división de reserva, compuesta principalmente de acorazados guardacostas, estacionados en Saigón.
- 5.º Buques-transportes.

Estas últimas clases de buques asegurarán la defensa de las costas (á excepción de los transportes), dejando libre en sus movimientos á la escuadra activa, que podrá acudir por completo al punto que convenga, por las necesidades del caso.

La primera división estará mandada directamente por el vicealmirante, la segunda por un contraalmirante y la de reserva por un capitán de navío. Se utilizará esta fuerza naval para la enseñanza de los marinos, que al salir de la escuela serán embarcados, en el mayor número posible, en los buques de la escuadra de los mares de Oriente, por un periodo de dos años.

El campo de acción de la escuadra activa abarca los mares de China y del Japón, Océano Indico y Pacífico, con los puertos de Saigón, de Diego Suarez y de Numea, como puntos de apoyo.

Esta primera formación no debe considerarse más que como una base, sobre la cual podrán establecerse otras fuerzas de mayor entidad, en número y clase, y ha sido oportuna su creación, puesto que casi ha coincidido con la alianza anglo-japonesa, que proporciona á la marina inglesa un poderoso auxiliar, aunque estando la Gran Bretaña separada del teatro de operaciones por una distancia inmensa, y no pudiendo acudir á él más que por la vía marítima, le faltan los medios de relación ó de enlace que las potencias continentales tienen por el ferrocarril Transiberiano.

No estará demás observar que Rusia por su parte no descuida la protección de sus buques y los de su aliada, porque durante este año se deben terminar tres nuevos diques de carena, el primero en Puerto-Arturo, dotándole de potentes bombas, y los otros dos en Vladivostok, para lo cual ha destinado 3 y 4 millones de rublos respectivamente.

*
* *

El mayor Baden-Powell ha publicado hace poco unas interesantes observaciones relativas al uso que se ha hecho de los aerostatos en la guerra anglo-boer.

Opina dicho jefe que no se han utilizado con la extensión debida para fines puramente tácticos. Por lo general, dice, el globo se elevaba á gran distancia de las posiciones enemigas: es evidente que hoy, con el alcance que tienen las armas portátiles, y su gran precisión, es peligrosa esta clase de reconocimientos, pero á la vez hay que confesar que es necesario exponerse si se quieren lograr buenos resultados. En Magersfontein se elevó el globo á más de 7000 metros de las trincheras boers y es claro que á tal distancia no eran útiles las observaciones que se hicieron, suponiendo que se efectuaran. Si el aerostato hubiera estado más bajo y por consiguiente en condiciones de observar las posiciones enemigas, la artillería inglesa no hubiera incurrido en el error de suponer que los atrincheramientos boers estaban en la base de las colinas que bruscamente se elevan sobre la llanura que se extendía frente al ejército inglés, cuando, por el contrario, según luego se comprobó, estaban hechos á unos 100 metros delante de las alturas nombradas.

Si el globo no hubiera estado tan á retaguardia, no se hubieran malgastado tantos proyectiles, y acaso el resultado de la batalla hubiera sido distinto.

Respecto á los globos libres, de los cuales no se ha hecho uso, opina el mayor que, acercándose al campo enemigo, pueden realizar muy importantes observaciones, con la facilidad de elevarse de pronto á gran altura, dificultando ó impidiendo que la artillería pueda alcanzarlos.

*
* *

Según declaración del ministro de la Guerra inglés, los gastos de la guerra en el Sur de Africa en el año económico de 1900-901 han importado 63 millones de libras esterlinas y para 1901-902 se calculan en 61 millones.

El 1.º de enero de este año el ejército de operaciones contaba con un efectivo de 280.000 hombres. Se han comprado mensualmente 24.000 caballos; hay que mantener diariamente 208.000 caballos y mulas; 30.000 bueyes, y el número de reconcentrados y prisioneros asciende á 150.000 de los primeros y 27.000 de los segundos.

CRÓNICA CIENTÍFICA.

Purificación de los gases de los altos hornos.—Instalación de Dresde, para transportar calor.—Limpia-carriles automático.—Radiaciones hertzianas del sol.—Nuevo radio-conductor.—Verificación de la ley de Duchemin sobre la resistencia del aire.

LA revista *Stahl un Eisen* del 1.º de febrero último publica un artículo del señor Osann acerca de la purificación de los gases de los altos hornos, en el que se examina teóricamente y también con datos prácticos esa importante cuestión.

El autor sostiene la teoría de que los polvos más finos que se hallan en suspen-

sión en los gases de los altos hornos lo están merced á la existencia del vapor de agua. De aquí deduce la necesidad de rebajar, por lo menos, á 5 gramos la cantidad de vapor contenida en cada metro cúbico de gas, mediante el enfriamiento y la desecación, si ha de conseguirse una buena purificación. Es imprescindible secar el gas, según el Sr. Osann, porque á la temperatura de 5° todavía contiene cada metro cúbico de gas 6,8 gramos de vapor de agua y no sería práctico atenerse solamente el enfriamiento.

Examina el autor diferentes métodos propuestos para la purificación de los gases de los altos hornos y de este estudio deduce que los aparatos de Theisen son los preferibles.

Desde el punto de vista económico resulta que por el método de Theisen cuesta purificar 1000 metros cúbicos de gas 0,315 pesetas y 0,290 si en vez de aquél se emplean filtros de serrin; pero en este último caso el gasto de instalación asciende á 775.000 pesetas, mientras que los aparatos de Theisen suponen un desembolso de 220.000 pesetas para producir la misma cantidad de 50.000 metros cúbicos de gas purificado por hora.

*
* *

Se van generalizando las instalaciones que tienen por objeto proporcionar calefacción á varios edificios, á veces situados á distancias relativamente considerables de los generadores de vapor y por tal motivo ofrece indudable interés la instalación de Dresde, para calentar gran número de edificios del Estado, que es la más importante de las establecidas en Europa, á ella análogas, y se halla descripta por Hrr. Pfützner en la *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* del 4 de enero último.

La producción del vapor se realiza en diez calderas de 200 metros cuadrados de superficie de caldeo cada una. La chimenea de la fábrica de vapor tiene 60 metros de alta y 3^m,20 de diámetro en su parte superior.

Por hora han de producirse 15.200.000 calorías, que corresponden á 28.700 kilogramos de vapor. Este se recalienta á 230 grados, á ocho atmósferas, al entrar en la canalización, cuyos dos tubos principales tienen un diámetro de 0^m,250 y están en galerías de 2 metros de altura y 0^m,80 de paso libre.

El vapor producido sirve, en su mayor parte, para calentar el palacio real, un teatro, una biblioteca, una iglesia y unas oficinas de policía. Estas últimas, que son las más alejadas de la fábrica, distan de ésta 1050 metros.

El agua de condensación vuelve á los generadores de vapor por tubos de cobre que, en diversos sitios, se ingertan en los conductos principales de la distribución de vapor.

*
* *

Muchos aparatos se han propuesto para limpiar automáticamente los carriles ó rieles de los tranvías; pero, en realidad, la práctica los ha desechado y ha estimado preferible que se efectúe á mano esa limpieza.

Este sistema, aparte de lo poco económico, ofrece un serio inconveniente en aquellos países en que nieva frecuente y abundantemente, ya que los obreros, á menos de multiplicar enormemente su número, no pueden desembarazar de nieve los carriles con la indispensable prontitud.

Así se explica que en los países del Norte se dé más importancia que en los nuestros á la limpieza automática de los carriles y que en Cristiania se haya adop-

tado un limpiavías automático, sistema Rom, descrito en *Praktische Maschinen Konstrukteur*.

Un bastidor, que puede girar algo en torno de un eje horizontal establecido en el tranvía, va un poco inclinado, en sentido contrario al de la marcha, de modo que al chocar el limpiavías contra cualquier obstáculo que exista en los carriles, ceda y se pliegue.

Al extremo inferior de ese bastidor inclinado se halla el limpiavías propiamente tal, formado por una rueda en la que van montadas cuatro piezas de hierro, en ángulo recto, que se adaptan al perfil de los carriles. Mientras una de éstas barre la vía, aplicada casi de plano en el carril, la que le sigue se apoya por su punta y la precedente queda algo elevada sobre la vía.

Unos resortes, cuya tensión puede graduarse, determinan una presión más ó menos enérgica de los limpiavías sobre los carriles.

Al encontrar el limpiavías cualquier obstáculo insuperable, como un cruce, por ejemplo, cede aquel resorte, el bastidor gira algo en torno de su eje horizontal, elevando su extremo inferior en el que está montado el limpiavías y éste gira á su vez para dejar aplicada la pala que antes iba un poco elevada sobre el carril.

* *

En la sesión de la Academia de Ciencias de Paris del 3 de marzo del corriente año, presentó Mr. Jaussen una nota de Mr. Nordmand, en la que éste explica el resultado negativo de los experimentos que ha realizado, con objeto de averiguar si llegaban ó no á la tierra las radiaciones electromagnéticas del sol, por la absorción que éstas deben experimentar en las capas superiores, tan enrarecidas, de la atmósfera terrestre.

De ser exacta la teoría electromagnética de la luz, puede considerarse como seguro, según el autor, que el sol emite ondulaciones eléctricas y la superficie de la foto-esfera debe enviar al espacio radiaciones electromagnéticas, lo mismo que las envía luminosas y caloríficas.

Además, el estudio espectral de la cromosfera y de las protuberancias eruptivas del sol, demuestra que en la parte baja de la atmósfera solar se producen descargas eléctricas sumamente intensas, en las que con frecuencia han de engendrarse ondas hertzianas, análogas á las que se obtienen en la descarga de un excitador influido por una máquina electro-estática.

Mr. Normand estima que no es aventurado afirmar que la superficie solar debe emitir ondas hertzianas y que esta emisión debe ser más intensa, especialmente en las regiones en que se producen violentas erupciones superficiales y en las épocas en que llegan éstas á sus máximos.

* *

Mr. Branly, á quien tanto debe la telegrafía sin alambres, ha ideado un nuevo cohesor, formado por un disco metálico, al que sirven de pies tres agujas de coser oxidadas, verticales, que se apoyan sobre otro disco de acero pulimentado.

El disco superior y, por lo tanto, las agujas están unidas á uno de los polos de la pila y el plano de acero al otro. De ese modo hay tres contactos sensibles de metal oxidado sobre acero pulimentado unidos en cantidad.

A una distancia de más de 30 metros, por medio de una chispa muy pequeña, sin necesidad de antenas, se determina la conductibilidad de ese radioconductor, en circunstancias que no se consigue con los tubos de limaduras.

A primera vista el nuevo cohesor ofrece sobre sus predecesores ventajas indudables por ser más sensible y seguro; pero aún hace falta realizar con aquél experimentos de transmisión á grandes distancias antes de aceptar como indudables sus condiciones de superioridad.

Claro es que en lugar de acero puede emplearse, en el nuevo sistema de radio-conductores, muchas combinaciones de metales y otras sustancias conductoras.

*
* *

En 1842 el coronel Duchemin publicó un concienzudo trabajo en el que daba como fórmula de la resistencia del aire para velocidades entre 0 y 420 metros por segundo la expresión

$$R = a V^2 + b V^3$$

en la que R es esa resistencia, V la velocidad y a y b dos constantes.

El doctor Zahm, valiéndose de un cronógrafo fotográfico especial, ha efectuado numerosos experimentos, con balas esféricas, que le han permitido verificar la exactitud de esas fórmulas para las velocidades con las que ha operado, entre 73 y 280 metros.

Agrupando los resultados obtenidos, si se toman como ordenados los valores de $\frac{R}{V^2}$, y como abscisas los de V , se obtiene una curva, cuyos puntos coinciden, casi en absoluto, con los de una recta á la que corresponde la ecuación

$$\frac{R}{V^2} = a + b V \quad \text{ó} \quad R = a V^2 + b V^3.$$

Los valores de a y b que convienen al proyectil experimentado de 10 centímetros de diámetro, son $a = 0,0000396$ y $b = 0,00000774$.

ASOCIACIÓN FILANTRÓPICA DE INGENIEROS.

Estado de los fondos de la Asociación Filantrópica de Ingenieros en fin del 1.º trimestre de 1902.

CARGO.	Pesetas.	DATA.	
Existencia en fin de 1901..	11.917,85	Por la cuota funeraria del C. ¹ D. Francisco de Castro y Ponte.	2.000,00
Recaudado desde 1.º de enero á fin de marzo:		Por un recibo devuelto de Don Luis Párraga.	1,75
Tenientes generales, 6 á 15. .	90,00	Por la cuota funeraria del C. ¹ D. Estanislao de Urquiza y Páscua.	2.000,00
Generales de división, 27 á 10.	270,00	Por dos cuentas de papel. . .	41,00
Generales de brigada, 68 á 6,50	442,00	Por un recibo devuelto de Don D. Pedro F. Villa-Abrille. .	1,75
Coroneles, 177 á 5,25.	929,25	Por la cuota funeraria del T. C. D. Florencio Limeses Castro	2.000,00
Tenientes coroneles, 159 á 4. .	636,00	Por la cuota funeraria del 1.º T.º D. Eduardo Duyós. .	2.000,00
Comandantes, 196 á 3,75. . . .	735,00	Por gratificación del auxiliar.	135,00
Capitanes, 509 á 2,25.	1.145,25	Por franqueo y sellos móviles	0,90
Tenientes, 482 á 1,75.	843,50	<i>Total data.</i>	<u>8.180,40</u>
Por la cuota de entrada del capitán D. Eduardo Bordons.	125,00	RESUMEN. (Suma el cargo. . .	17.136,85
Por diferencia de cuota de capitán á la de comandante de D. José Maranges.	3,00	(Suma la data.	8.180,40
<i>Total cargo.</i>	<u>17.136,85</u>	<i>Existencia en el día de la fecha.</i>	<u>8.956,45</u>

Madrid, 31 de marzo de 1902.—El T. C., tesorero, EDUARDO CAÑIZARES.—V.º B.º —El general presidente, URQUIZA.

CUERPO DE INGENIEROS DEL EJÉRCITO.

NOVEDADES *ocurridas en el personal del Cuerpo, desde el 31 de marzo al 30 de abril de 1902.*

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.	Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
<i>Retiros.</i>		<i>Sueldos, haberes y gratificaciones.</i>	
C. ¹	Sr. D. José Casamitjana y Cubero, se le concede el retiro definitivo para esta corte, con el sueldo de 562,50 pesetas y se le reserva el derecho de acogerse á los beneficios de la ley de 6 de febrero último.—R. O. 3 abril.	C. ⁿ	D. José Camps y Oliver, se le abona la gratificación correspondiente á los 12 años de efectividad que cuenta en su empleo.—R. O. 24 abril.
C. ¹	Sr. D. José de la Fuente y Hernández, se le concede el retiro para esta corte, con el haber provisional de 562,50 pesetas y se le reserva el derecho de acogerse á los beneficios de la ley de 6 de febrero último.—R. O. 8 abril.	<i>Recompensas.</i>	
C. ¹	Sr. D. Salvador Clavijo y del Castillo, id., id.—R. O. 13 abril.	C. ⁿ	D. Angel Torres é Illescas, se le concede mención honorífica por ser autor de la Memoria y planos de una escala salvadas para incendios.—R. O. 8 abril.
<i>Supernumerario.</i>		C. ⁿ	D. Isidro Calvo y Juana, la cruz de 1. ^a clase del Mérito Militar, blanca, pensionada con el 10 por 100 de su sueldo, por ser autor de la obra titulada <i>Aplicaciones de las oscilaciones Hertzianas á la telegrafía y telefonía sin hilos conductores</i> .—R. O. 15 abril.
C. ^o	D. Salomón Giménez y Cadenas, se le concede el pase á situación de supernumerario sin sueldo, quedando afecto á la 2. ^a Región.—R. O. 22 abril.	<i>Indemnizaciones.</i>	
<i>Cruces.</i>		C. ^o	D. Francisco Gimeno y Ballesteros, se le conceden los beneficios del artículo 10 del Reglamento de indemnizaciones por la comisión desempeñada en el puerto de la Isabela de Bacilán (Filipinas), desde el 14 de mayo al 26 de junio de 1898, inspeccionando los trabajos de fortificación.—R. O. 1. ^o abril.
1. ^{er} T. ^o	D. Leopoldo Giménez y García, la cruz de 1. ^a clase del Mérito Militar, blanca, como comprendido en la Real orden de 9 de enero de 1892.—R. O. 7 abril.	<i>Resarcimiento.</i>	
C. ¹	Sr. D. Salvador Clavijo y del Castillo, incluido en la escala de aspirante á pensión como caballero de la orden de San Hermenegildo, con antigüedad de 14 de diciembre de 1890.—R. O. 14 abril.	C. ^o	D. Ricardo Escrig y Vicente, se le abona paga y media de su empleo por la pérdida de su equipaje en Filipinas y 625 pesetas por la del caballo.—R. O. 22 abril.
		<i>Destinos.</i>	
		C. ^o	D. Luis Martínez y Méndez,

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
	cesa en el cargo de ayudante de campo del teniente general D. Luis Pando.—R. O. 31 marzo.
C. ^e	D. José González y Gutiérrez, se le nombra ayudante de campo del teniente general D. Luis Pando.—Id.
C. ^e	D. Salomón Jiménez y Cadenas, entra en turno para ser colocado cuando le corresponda.—R. O. 2 abril.
C. ¹	Sr. D. Francisco López y Garballo, al ministerio de la Guerra.—R. O. 11 abril.
C. ^e	D. Salomón Jiménez y Cadenas, á la Comandancia de Vigo.—R. O. 16 abril.
C. ⁿ	D. Vicente García del Campo, á la Comisión liquidadora de las Capitanías generales y Subinspecciones de Ultramar.—Id.
C. ⁿ	D. Joaquín Barco y Pons, á la compañía de Zapadores-Minadores de Melilla.—Id.
1. ^{er} T. ^e	D. José Franquiz y Alcázar, á id., id.—Id.

Empleos en el Cuerpo.	Nombres, motivos y fechas.
1. ^{er} T. ^e	D. Octavio Reixa y Puig, al batallón de Ferrocarriles.—Id.
1. ^{er} T. ^e	D. Luis Sárraga y Cubero, al 4. ^o regimiento de Zapadores-Minadores.—R. O. 16 abril.
C. ^e	D. Vicente Viñarta y Cervera, á la Comandancia de Vigo.—R. O. 24 abril.
EMPLEADOS.	
<i>Ascenso.</i>	
O. ¹ C. ² . ^a	D. Vicente Pérez y Gil, á oficial celador de 1. ^a clase.—R. O. 11 abril.
<i>Destinos.</i>	
O. ¹ C. ¹ . ^a	D. Vicente Pérez y Gil, á la Comandancia de Zaragoza.—R. O. 18 abril.
O. ¹ C. ² . ^a	D. Joaquín Rodríguez y Díaz, á la Comandancia de Barcelona.—Id.
O. ¹ C. ³ . ^a	D. José Saltó y Casanova, á la Comandancia de Vitoria.—Id.
M. O.	D. Rafael Deza Berbejo, á la Comandancia de Algeciras.—R. O. 24 abril.

Relación del aumento de la Biblioteca del Museo de Ingenieros.

OBRAS COMPRADAS.

- M. García López:** Manual completo de artes cerámicas.—1 vol.
E. Gautier: L'armée scientifique et industrielle 1901.—1 vol.
H. G. Zeuthen: Histoire des mathématiques.—1 vol.
G. Servieres: Cites d'Allemagne.—1 vol.
M. de Nansouty: L'armée industrielle 1901.—1 vol.
F. Delastelle: Traité elementaire de Cryptographie.—1 vol.
M. Delpeuch: La navigation sous-marine.—1 vol.
A. Levy: Napoleon et la paix.—1 vol.
F. Loppé: Transport de l'énergie a grandes distances par l'électricité.—1 vol.
H. Spencer: Sus obras.—16 vols.
H. Taine: Sus obras.—10 vols.
A. de Humboldt: Cristobal Colón y el descubrimiento de América.—2 vols.
S. H. Sumner Maine: La guerra según el derecho internacional.—1 vol.
Reglement sur les exercices de la cavalerie allemande du 16 septembre 1895.—1 vol.
Reglement de manoeuvres pour l'artillerie de campagne allemande.—1 vol.
Instructions de tir pour l'artillerie de campagne allemande.—1 vol.
F. E. A. Charpentier: Essai sur le materiel de l'artillerie de nos navires de guerre.—1 vol.

- Gueydon:** Tactique navale.—1 vol.
Les forts de mer en 1867.—1 vol.
A. Muggia: Progetto di un teatro.—1 vol.
T. Montanari: Annibale.—1 vol.
C. Guidi: Lezioni sulla scienza delle costruzioni.—1 vol.
La navigation interieure. Rivieres et canaux.—2 vols.
G. Roessler: Electromoteurs.—1 vol.
G. Tenorio: La guerra chino-japonesa.—1 vol.
M. Oca: Las carreras científicas, literarias y artísticas de España.—1 vol.
A. Montero: Compendio de la historia de la marina militar de España.—1 vol.
H. V. Lobell: Veränderungen und Fortschritte in Militarwesen 1901.—1 vol.
Vierendel: Construction architecturale.—5 entregas.

OBRAS REGALADAS.

- Yesares:** Anuario de electricidad para 1902.—1 vol.—Por el autor.
Derecho de los Ingenieros militares al ejercicio de la Ingeniería en la esfera particular.—1 vol.—Por los autores.
R. Roldán: Cartilla, instrucción y guía del Guardia municipal de Madrid.—1 vol.—Por el autor.
Catálogo de la Biblioteca Municipal de Madrid.—1 vol.—Por el Excmo. Sr. Alcalde Presidente.

