



AÑO LXXX

MADRID.—MARZO DE 1925.

NUM. III

NUEVO SISTEMA TELEMETRICO .DE GRAN BASE HORIZONTAL

Es evidente que el disponer de un buen sistema telemétrico en las baterías de costa, tiene una importancia capital y es problema que se estudia constantemente en todas las Naciones, tratando de mejorar su solución para que la artillería de costa pueda rendir toda su eficacia.

Convencido de su importancia me propongo, en este trabajo, dar a conocer a mis compañeros la idea fundamental de un nuevo sistema telemétrico de gran base horizontal, en el que creo haber evitado, por lo menos en gran parte, los principales inconvenientes que todavía presenta el «sistema provisional telemétrico de base horizontal» que, aunque poco empleado, se utiliza en baterías de costa de escasa cota, en las cuales no son aplicables los telémetros monostáticos de base vertical, ya que éstos, para proporcionar indicaciones admisibles, exigen cotas superiores a 70 metros. Para darse cabal cuenta de los inconvenientes del «sistema telemétrico provisional» citado (causa indudable de su poco empleo) y comprobar cómo se evitan o atenúan en el que propongo, creo conveniente indicar su organización general, la forma de prestar el servicio y el personal para ello necesario.

Organización general.—Para cada batería *B* (fig. 1) se establece un sistema que consta de dos observatorios O_1 y O_2 (cuya separación cons-

tituye la base) y de una estación telemétrica T , enlazada telefónicamente, con dichos observatorios y con la batería.

Cada observatorio visa constantemente el blanco enemigo que se le haya señalado (el mismo para ambos) y con los goniómetros de que están provistos, *leen en un mismo instante* los ángulos α y β , que las respectivas visuales al blanco b , forman con la dirección O_1, O_2 de la base, datos que transmiten telefónicamente a la estación T , en la cual (mediante el plano que en ella existe, en el que están marcadas muy exactamente

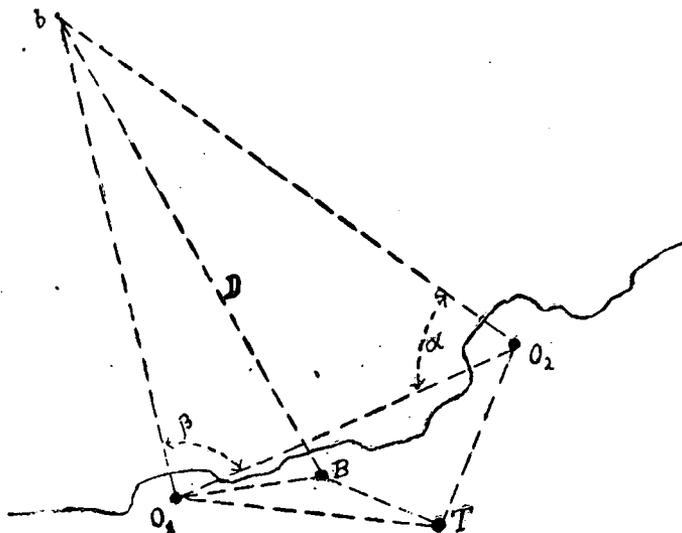


Fig. 1.

las posiciones de ambos observatorios y la de la batería) resuelven, gráficamente, el triángulo $O_1 b O_2$ y miden la distancia D (batería-blanco), dato que transmiten al capitán de la batería.

Como se vé, el problema queda reducido a construir, en la escala del plano, el triángulo mencionado, del que se conoce un lado (la base $O_1 O_2$) y los dos ángulos α y β adyacentes.

Dadas las enormes distancias (de unos 20 kilómetros) a las que se entabla el combate con las potentísimas piezas modernas, se comprende fácilmente, que, cuanto mayor sea la base, y para una misma aproximación en la medida de los ángulos α y β , mayor será la exactitud con que se obtenga el punto b , y por lo tanto la distancia D .

Obsérvase, también, si se atiende a la gran movilidad del blanco durante el combate, la absoluta necesidad de que las lecturas de los ángulos α y β en ambos observatorios correspondan a un mismo instante, es decir,

sean completamente simultáneas, sin cuyo requisito, la exactitud del procedimiento resultaría completamente ilusoria.

La falta de simultaneidad en las observaciones, a pesar de los medios hasta ahora empleados para conseguirla, constituye el inconveniente más grave del sistema provisional.

Expuesta en líneas generales la organización, paso a dar algunos detalles de interés, que evitarán repeticiones.

Observatorios.—Cada observatorio dispone de una estación telefónica para comunicar con la telemétrica, y de un goniómetro con potente antejo, provisto de retículo, para centrar bien el objetivo.

El limbo azimutal del goniómetro, permite apreciar, con el nonius, décimas de grado, y al instalar estos aparatos se cuidará de que sus diámetros 0° - 180° estén en la dirección de la base O_1 y O_2 , quedando el 0° del costado del otro observatorio.

Estación telemétrica.—Dispone de los siguientes elementos, que tienen interés para nuestro objeto:

1.º Un plano muy exacto que comprenda todo el sector de fuego de la batería, en el que van marcadas, con todo cuidado, las posiciones de los observatorios y de la batería B .

Dicho plano (fig. 2) va pegado sobre un tablero esmeradamente construido para evitar todo alabeo. Con centros en O_1 y O_2 van trazados los arcos de círculo $A_1 A_1$ y $A_2 A_2$, lavados con colores distintos para evitar confusiones y graduados en grados y décimas de grado, como los limbos de los goniómetros de los observatorios.

De los puntos O_1 y O_2 del plano, parten los hilos h_1 y h_2 , a los que se les puede dar la tensión conveniente, hilos que, cuando se los dispone de acuerdo con las indicaciones facilitadas por los observatorios, proporcionan por su punto de cruce (con mucha exactitud si las observaciones angulares fueran simultáneas) la posición b del blanco.

Alrededor del punto B del plano (batería), puede girar una regla (no representada en la figura) graduada en distancias, en la misma escala del plano, regla que al apoyar sobre el punto b proporciona el valor de D .

Se puede prescindir del empleo de dicha regla, y así se hace en la práctica, trazando en el plano el sector de fuego $m B m$ de la batería, y en él los arcos de círculo $B_1 B_2$ con centro en B y con radios que, en la escala del plano, varíen de 25 en 25 metros, numerando sus distancias a la batería. Se marcan con color rojo y línea gruesa los que corresponden a distancias que varíen de 500 en 500 metros, con trazo más fino y color rojo los que varíen de 100 en 100 metros y con trazo negro y fino los intermedios. Preparado el plano en esta forma, la regla sólo se utiliza en el caso de tener que emplear el tiro indirecto, ya que entonces hay que

proporcionar al capitán de la batería no solamente la distancia D , sino la dirección o rumbo de dicha línea, que será la marcada por la regla en el sector de fuego, ángulo que dará dicha dirección en grados y décimas de grado, puesto que los radios extremos de dicho sector, son paralelos a los correspondientes de los carriles de las piezas.

2.º La estación que nos ocupa, dispone de un reloj que, a intervalos de tiempo iguales, acciona un timbre, cuyo sonido impresiona dos micrófonos colocados cerca del reloj e intercalados en las líneas telefónicas

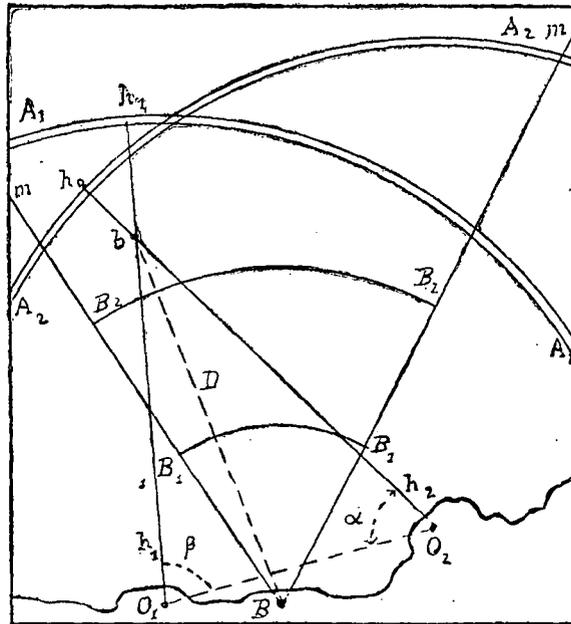


Fig. 2.

que enlazan la estación con los observatorios, los cuales reciben así, en un mismo instante, la señal sonora para proceder a la lectura de los ángulos α y β , y transmitir sus valores a la estación telemétrica.

3.º Una línea telefónica para comunicar con el capitán de la batería.

Personal.—El personal necesario para el servicio se compone de un observador y un lector para cada observatorio: el primero, se dedica a visar constantemente el buque-objetivo, manteniéndolo en la cruz filar del retículo; mientras que el lector, tiene por cometido, estar atento a la señal sonora para proceder a la lectura del ángulo que marque el goniómetro al oírlo y transmitir dicho dato al artillero de la estación telemétrica, encargado de manejar, en el plano, el hilo que corresponde al ob-

servatorio, disponiéndole con arreglo al ángulo recibido. Tanto para recibir la señal sonora como para transmitir el ángulo leído, el lector lleva constantemente puesto un teléfono de peto y cabeza.

En la estación telemétrica prestan servicio dos artilleros (uno para manejar cada hilo del plano) provistos de teléfono de peto y cabeza para matener comunicación continua con el lector del observatorio correspondiente; un jefe de estación que maneja el gráfico, mide la distancia D y prepara los datos precisos para el capitán de la batería, y un telefonista.

En total, ocho individuos, cuatro en la estación y dos en cada observatorio.

El jefe de grupo designa al capitán de la batería el blanco que debe batir y éste se lo señala con toda claridad a los observadores, que lo seguirán en la forma dicha hasta recibir orden de visar nuevo objetivo, manteniendo en la cruz filar de los retículos el palo, cofa o chimenea, que se destaque más claramente en la parte central del buque-blanco.

A pesar de todas las precauciones indicadas, el procedimiento resulta deficiente en la práctica, tanto por la dificultad de obtener una perfecta simultaneidad en las lecturas, hechas en ambos observatorios (lo que exige una atención grandísima y una disciplina muy severa en el personal), base de la exactitud del sistema, como por necesitar bastante personal muy instruido, práctico y disciplinado y ser lento y expuesto a errores en la transmisión o recepción de los datos correspondientes, que se traducen en repeticiones, con las consiguientes pérdidas de tiempo.

Además, obliga a efectuar las observaciones en momentos determinados (al sonar el timbre) y no en un instante cualquiera, que puede ser de gran interés, dadas las variadisimas incidencias que cabe se presenten durante el combate. A remediar los indicados inconvenientes tiende el sistema que propongo y que paso a describir.

Idea fundamental del nuevo sistema.

El sistema consta de dos elementos principales: un observatorio O_2 y una estación $O_1 T$, que es a la vez observatorio y estación telemétrica, con lo cual, por de pronto, se ahorra una estación.

La idea fundamental, consiste en que en la estación $O_1 T$ exista una disposición que permita conocer, en todo momento, el ángulo α marcado por el goniómetro del observatorio O_2 , y como el ángulo β se conocerá en la estación $O_1 T$ por el goniómetro en ella instalado, se podrá resolver en cualquier instante que convenga, sobre el plano, el triángulo $O_1 T, b, O_2$ y medir la distancia D .

Si esto se consigue, creo indudable que se economizará tiempo (ventaja inapreciable en el combate) y personal, se evitarán los errores posibles en las transmisiones telefónicas y se obtendrá, seguramente, una simultaneidad más perfecta en las observaciones angulares, pudiendo, además, efectuarlas en los momentos convenientes, con completa libertad e independencia,

Medios empleados para conseguir este resultado.—Supongamos (fig. 3) en proyección horizontal en $O_1 T$ y en O_2 , la estación telemétrica-observatorio y el observatorio que de ella depende, ambas enlazadas por una línea telefónica y por un cable de doble conductor, destinado al objeto que luego explicaré.

En la primera $O_1 T$ se instalará (además de un goniómetro igual al del observatorio O_2) otro que, en lugar del anteojo, lleva una regla R que gira alrededor del eje vertical del limbo L_1 , graduado en grados y décimas de grado.

La regla R puede girar con movimiento rápido o lento (mediante un tornillo tangencial) y va aislada eléctricamente del resto del aparato,

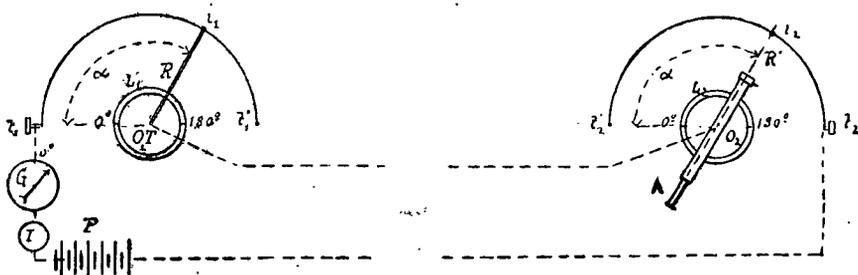


Fig. 9.

llevando en un extremo el contacto i_1 , el cual, al girar la regla, va apoyando, sucesivamente, sobre los diversos puntos de una resistencia eléctrica $t_1 i_1 t'_1$, reducida para simplificar, a una semicircunferencia concéntrica con el limbo L_1 .

Dicha resistencia lleva en un extremo el casquillo de empalme t_1 y queda aislada en el otro t'_1 . La regla R , forma parte de un circuito eléctrico en el que van intercalados en serie el interruptor I , el galvanómetro sumamente sensible G y la pila o batería de acumuladores P .

Tanto el diámetro $t_1 t'_1$ de la resistencia, como el 0° - 180° del limbo L_1 , se orientarán al montar los aparatos en dirección de la base $O_1 T O_2$ e igual precaución (que como se verá más adelante, es indispensable) se empleará al instalar los aparatos en el observatorio O_2 , en el cual va un

goniómetro con su anteojo A y la resistencia t_2, i_2, t'_2 (exactamente igual a la t_1, i_1, t'_1) con el casquillo de empalme t_2 y aislada en su extremo t'_2 .

Solidaria al eje de giro del anteojo A y en el plano vertical que contiene su eje óptico, va la regla R' , provista en su extremo del contacto i_2 y aislada eléctricamente del resto del aparato.

La regla R' marca, pues, sobre el limbo L_2 constantemente el ángulo α . Las reglas R y R' , se unen eléctricamente por medio de uno de los conductores del cable de enlace entre ambas estaciones, mientras que al casquillo t_2 se empalma el otro conductor, quedando así cerrado el circuito.

Sea R_1 la resistencia total del circuito compuesta de dos sumandos: uno fijo, que representaré por R_2 (resistencia del interruptor, del galvanómetro, de la batería, contactos, reglas y cable de enlace), y otro variable, que depende de la posición de los contactos i_1 e i_2 sobre las resistencias respectivas.

Si las dos reglas R y R' de ambas estaciones son paralelas (no se olvide que los diámetros t_1, t'_1 y t_2, t'_2 son paralelos), la resistencia variable será igual a r , valor de cada una de las resistencias semicirculares, puesto que en la estación $O_1 T$ la corriente habrá recorrido el arco t_1, i_1 , mientras que en la O_2 recorre el i_2, t_2 , precisamente suplementario del anterior; es decir, entre las dos estaciones la resistencia total r de una de ellas. La resistencia total R_1 del circuito, en este caso de paralelismo de las reglas, valdrá $R_1 = R_2 + r$ y la designaremos con el nombre de resistencia normal o de tipo del circuito, a la que corresponderá una desviación d en el galvanómetro G , que denominaremos también desviación normal o de tipo.

Por lo tanto, *siempre que las reglas mencionadas sean paralelas, el galvanómetro acusará la desviación normal d ; pero en cuanto se rompa dicho paralelismo, la desviación acusada por el galvanómetro diferirá de la normal, tanto más, cuanto más se separen aquéllas de dicha posición.* En efecto; si se supone (fig. 4) que las reglas convergen hacia el objetivo, la suma de resistencias recorridas entre ambas estaciones, será $r_1 + r_2 > r$ y, por lo tanto, la total del circuito en este caso, será: $R_2 + r_1 + r_2 > R_2 + r$; es decir, *mayor* que la normal y, por consiguiente, la desviación del galvanómetro será *menor* que la desviación tipo d . Lo contrario ocurriría si se supone que las reglas divergen en dirección del objetivo.

Observación.—Para comprender la necesidad de que las líneas t_1, t'_1 y t_2, t'_2 sean paralelas en ambas estaciones, basta observar la figura 5 que muestra, claramente, que al faltar la condición indicada y a pesar de ser paralelas las reglas R y R' , la resistencia variable $r_1 + r_2$, será ma-

yor que r (en el caso de la figura) y, por consiguiente, la desviación que el galvanómetro marque será menor que la normal.

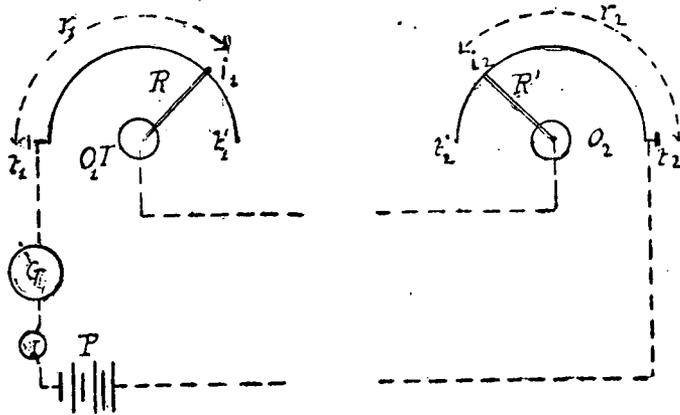


Fig. 4.

De cuanto va expuesto se deduce que, para que la regla R de la estación O_1 sea paralela constantemente a la R' de la O_2 y nos marque sobre su limbo L_1 el ángulo α , bastará imprimirle, mediante el tornillo de movi-

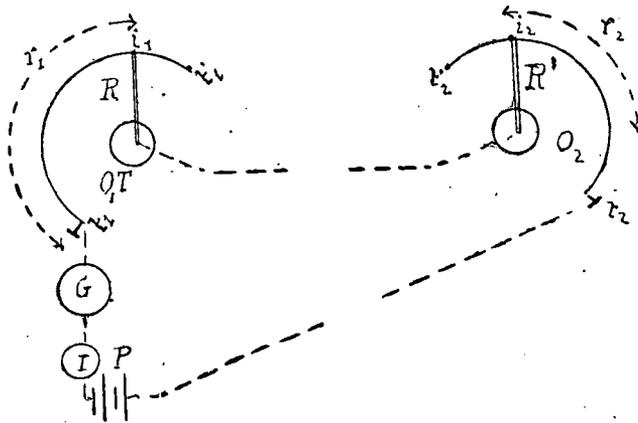


Fig. 5.

miento lento, el giro preciso para que el galvanómetro acuse, constantemente la desviación normal.

El sentido del movimiento de giro, es perfectamente conocido, por lo ya dicho, pues si la desviación es menor que la normal (prueba de

que las reglas divergen en dirección del objetivo), será contrario al de las agujas de un reloj y en el mismo sentido que el de éstas, si la desviación fuese mayor que la normal. Este era el resultado que pretendía conseguir, puesto que el ángulo β se obtendrá, en todo momento, leyendo el marcado por el goniómetro instalado en $O_1 T$.

Utilizando el plano (dispuesto como ya se indicó) y operando en la forma ya conocida, se podrá resolver en cualquier instante el triángulo $O_1 T b, O_2$ y medir la distancia D (batería-blanco) como ya se explicó con todo detalle.

Para efectuar una observación se puede proceder, por ejemplo, en la siguiente forma, o en cualquiera otra que se crea más conveniente para asegurar una perfecta simultaneidad: el jefe de estación dará una señal con timbre o silbato para advertir, tanto al observador del goniómetro como al encargado de mover la regla R y observar el galvanómetro, que estén preparados para detener el movimiento de sus respectivos aparatos, lo cual harán en el instante de dar el jefe nueva señal, procediendo ambos a la lectura de los ángulos α y β y, una vez obtenidos, dispondrán el jefe y el encargado del movimiento de la regla, los hilos del plano de acuerdo con las lecturas hechas, formando el triángulo tantas veces citado y midiendo la distancia D , dato que el telefonista transmite al capitán de la batería. El observador del goniómetro continúa visando el blanco en cuanto ha leído el ángulo β .

Procediendo de este modo, creo indudable que se obtendrá una simultaneidad más perfecta en la observación (base de la exactitud), absoluta independencia para operar en cualquier momento, mayor rapidez y seguridad, por haberse suprimido las comunicaciones telefónicas con los observatorios y disminución de personal, puesto que en el O_2 basta un solo individuo, el observador, sin más misión que la de visar el buque que se le haya señalado, y se ha suprimido uno de los observatorios del sistema provisional; es decir, que en vez de los ocho individuos que dicho sistema exigía, sólo se necesitan cinco para el servicio del sistema que propongo.

Claro es que, para que el procedimiento que acabo de esbozar proporcione en la práctica buenos resultados y dé una exactitud igual a la del hoy empleado cuando la simultaneidad de las observaciones es buena, es necesario que el ángulo α leído en la estación $O_1 T$, pueda obtenerse con un error de una décima de grado, o sea que el galvanómetro aperiódico G (que viene a ser la clave del sistema), ha de tener una sensibilidad tal, que permita apreciar las variaciones de resistencia (en la total del circuito) correspondientes al giro de una décima de grado de la regla R , o sea (fig. 6) la resistencia comprendida entre dos posiciones

i e i_1 que en la $t_1 i_1 t'_1$, ocupa el contacto i_1 , al girar la regla una décima de grado.

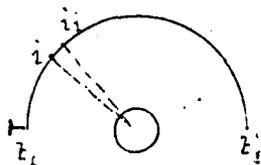


Fig. 6.

Para simplificar y aclarar la explicación, supuse en la figura 3 que las resistencias auxiliares $t_1 i_1 t'_1$ y $t_2 i_2 t'_2$ iguales, estaban dispuestas en forma semi-circular, pero harto se comprende, que de no darles un radio exagerado y emplear reglas muy largas (para que la resistencia del arco que corresponde a una décima de grado pueda ser apreciada por el galvanómetro), dicha disposición no será probablemente ad-

misible en la práctica y deberá substituirse por otra, que puede ser la indicada en la figura 7, para las resistencias de ambas estaciones.

Como muestra dicha figura, se dispondrán las resistencias de ambas estaciones sobre placas circulares de ebonita acanaladas en espiral (a guisa de groseros discos de gramófono). Las resistencias van colocadas en el fondo de las canales en espiral, de bordes bastante altos para que puedan guiar bien a los contactos $i_1 i_2$, los cuales, en este caso, no sólo han de estar en comunicación eléctrica con las reglas respectivas, sino que deben poderse desplazar radialmente sobre ellas, para seguir las ca-

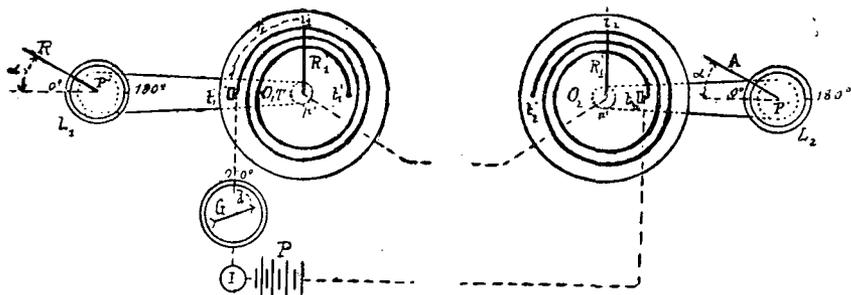


Fig. 7.

nales guías de las placas, condición fácilmente realizable por diversos procedimientos que creo ocioso detallar.

Dispuestas las resistencias auxiliares en la forma indicada, podrá dárseles gran longitud sin necesidad de recurrir a radios considerables, y como ya se indicó en otro lugar, los diámetros $t_1 t'_1$ y $t_2 t'_2$, se orientarán en dirección de la base $O_1 T \cdot O_2$ y, por lo tanto, serán paralelos.

Ahora bien, como se desea que al giro de 180° de la regla R o del anteojo A del observatorio O_2 (que en este caso no lleva regla ninguna),

recorran los contactos entre ambas estaciones (cuando las reglas R_1 y R'_1 sean paralelas) toda la espiral resistencia, es preciso que al eje de giro de la regla R , vaya unida una polea P' enlazada a otra p' solidaria del eje de giro de la regla R_1 (adoptando igual disposición para el anteojo A y la regla R'_1), debiendo calcular la relación entre los radios de dichas poleas, teniendo en cuenta el número de espiras de las resistencias:

Si, como ejemplo, se supone que cada resistencia consta de cinco espiras (en la figura sólo tienen dos y media para no complicar) y se acepta como desarrollo de la espira intermedia el valor 180 centímetros, al que corresponde un radio aproximado de 28,65 centímetros, la longitud, también aproximada, de las cinco espiras, será de $180 \times 5 = 900$ centímetros, y para recorrerla por completo, la regla R habrá girado 180° , por consiguiente, a cada grado corresponde un arco (en la espira intermedia) de un desarrollo de $900 : 180 = 5$ centímetros, y a la décima de grado un trozo de espira de 5 milímetros de longitud, como término medio. Claro es, que para obtener este resultado, la relación entre los radios de las poleas P' y p' ha de ser 10, puesto que mientras la regla R (o el anteojo A) giran 180° , la R_1 (o la R'_1), tienen que girar $360^\circ \times 5 = 1.800^\circ$.

Lo expuesto, es sólo a título de ejemplo, pues el número de espiras de las resistencias auxiliares, dependerá, esencialmente, de la clase de resistencia que se emplee y del grado de sensibilidad del galvanómetro que se utilice.

En la figura 7, se ve claramente que, siempre que la regla R sea paralela a la proyección horizontal del eje óptico del anteojo A , instalado en O_2 , la suma de las resistencias recorridas entre ambas estaciones, será igual a la total de una de las espirales.

Las posiciones iniciales de R y de R_1 , así como las de A y R'_1 , son las siguientes: cuando R esté sobre el 0° del limbo L_1 , el contacto i_1 ha de estar sobre t_1 , el anteojo A sobre el 0° de su limbo y el contacto i_2 sobre t'_2 . En esta posición, en la estación $O_1 T$, la corriente pasa directamente a la estación O_2 sin recorrer parte ninguna de la resistencia $t_1 i_1 t'_1$; en cambio en la O_2 , recorre íntegramente la $t_2 i_2 t'_2$.

En cuanto la regla R comienza a girar (en sentido de las agujas de un reloj), la regla R_1 y su contacto i_1 , giran un ángulo diez veces mayor; de modo que si suponemos dicho contacto en i_1 y la regla en R_1 y que la desviación acusada por el galvanómetro es la normal, en el observatorio O_2 estará la regla en R'_1 y su contacto en i_2 ; en la estación $O_1 T$, la corriente habrá recorrido el trozo de resistencia r_1 , mientras que en la O_2 tiene que recorrer el resto de la espiral; en total, la resistencia r de la espiral completa, es exactamente igual al caso de la figura 3.

Observación.—Como la intensidad de la pila o de la batería de acumuladores que se utilice, puede sufrir

pequeñas variaciones que influirían en las desviaciones del galvanómetro, perturbando sus indicaciones e induciendo a error, convendrá comprobar con frecuencia la citada intensidad, y para ello (figura 8), se dispondrá un circuito derivado del principal, en el que van intercalados en serie un interruptor I_1 , un reóstato muy sensible R y un amperímetro de precisión A .

El reóstato debe poseer la amplitud necesaria para corregir las pequeñas variaciones de intensidad (y ha de quedar intercalado en el circuito principal), llevándola a su valor normal.

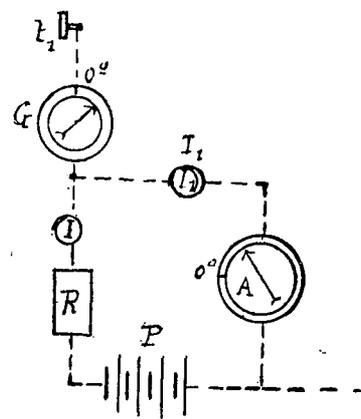


Fig. 8.

Para efectuar una comprobación, se abre el interruptor I , se cierra el I_1 y se actúa sobre el reóstato, si es preciso, hasta que el amperímetro acuse una intensidad fija y conocida de antemano, que es la que debe utilizarse siempre. Obtenido este resultado, se abre el interruptor I_1 y se cierra el I .

FRANCISCO DE PAULA ROJAS.

LOS NUEVOS PROCEDIMIENTOS DE LA MECANICA DE LAS CONSTRUCCIONES

El teorema de Castigliano y las ecuaciones de Maxwell en el cálculo de las vigas continuas.

Antes de hacer esta investigación, en la que resaltan extraordinariamente las ventajas del método que llamamos de los coeficientes indeterminados, vamos a establecer a nuestro modo algunos detalles relativos a las vigas empotradas que creemos presentan alguna novedad por la sencillez de la exposición, analizando como preliminar el caso de que una viga o pieza recta esté solicitada por un par.

Un par, como se sabe, por ser un sistema de resultante nula, tiene un momento constante con relación a cualquier punto del espacio, de mane-

ra que pueden hacerse con él cuantas alteraciones se deseen con tal de que no varíe su momento, que es su único valor mecánico.

Pues bien; si una pieza horizontal está sometida a un par $P, -P$, de valor M_1 , es evidente que el conjunto de las reacciones Q_1, Q_2 (figura 1) debe ser otro par y tal, que se verifique,

$$Q_1 l + M_1 = 0; \text{ de donde } Q_1 = -\frac{M_1}{l} \quad [1]$$

es decir, que la reacción es el valor que toma el vector del par cuando su brazo es la luz de la pieza.

Si M_1 fuese positivo o *dextrorsum*, la reacción de la izquierda sería dirigida hacia abajo, o sea negativa, y es claro, que la del punto 2 sería positiva; mientras que ocurriría lo contrario si el par fuese *sinistrorsum*; por tanto, será siempre en valor y signo,

$$Q_1 = -\frac{M_1}{l}; \quad Q_2 = \frac{M_1}{l}.$$

Ahora bien; el empotramiento se sabe que consiste en que, en virtud del modo de sujetar la pieza, se opone un obstáculo al movimiento de rotación de las secciones extremas, es decir, se crean fuerzas que impiden esa rotación, y no siendo el efecto producido más que de esta clase, sin traslación, es claro que esas fuerzas constituirán un par, aplicado tal

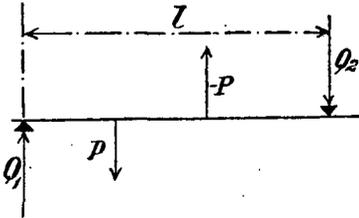


Fig. 1.

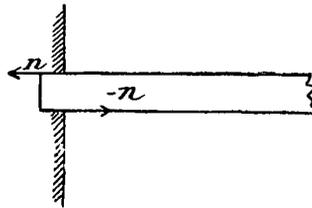


Fig. 2.

como el $n, -n$, (fig. 2); pero, como hemos dicho, un par puede trasladarse y suponerle aplicado en cualquier sitio; por consiguiente, *la acción de un empotramiento equivale a la carga de un par*.

Sin embargo, para los efectos de hallar el momento en una sección deberá mantenerse el par en el sitio en que se produzca para saber si entra o no en la composición del momento de flexión de la sección considerada. Mirada así la cuestión, las reacciones de una pieza cargada y empotrada en un punto, se compondrán de la suma de las correspondientes a las cargas o caso de apoyo simple, y las producidas por el par de empotramiento, como si fuese una nueva carga; es decir, será (fig. 3)

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= q_1 - \frac{M_1}{l} \\ Q_2 &= q_2 + \frac{M_1}{l} \end{aligned} \right\} \quad [2]$$

El momento de flexión valdrá, puesto que el del par es siempre el mismo con relación a cualquier punto;

$$M = Q_1 x - \sum_1^x P(x-d) + M_1 = q_1 x - \frac{M_1}{l} x - \sum_1^x P(x-d) + M_1 \quad [3]$$

y como la parte,

$$q_1 x - \sum_1^x P(x-d)$$

representa el momento m de la viga simplemente apoyada será,

$$M = m - \left(\frac{M_1}{l} x - M_1 \right) \quad [4]$$

y para representarle gráficamente habrá que restar de las ordenadas de la línea m , las de la recta $\frac{M_1}{l} x - M_1$, que en el punto 1 ($x=0$) tiene $-M_1$ de ordenada y en el punto 2 ($x=l$) tiene ordenada nula.

Aquí se ve que debe saberse que el par M_1 actúa en 1 para sumar M_1

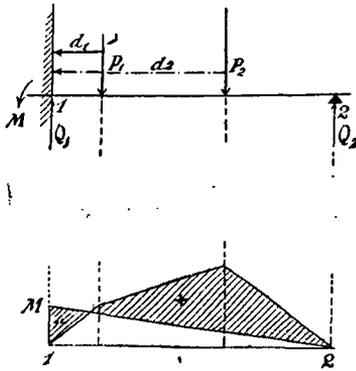


Fig. 3.

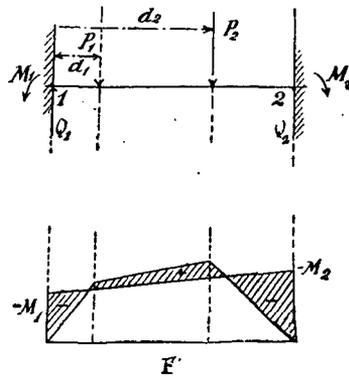


Fig. 4.

al momento de flexión de cualquier sección de la viga y, al mismo tiempo, con cuanta sencillez hemos establecido las fórmulas del caso de vigas empotradas.

Observemos antes de pasar adelante y para precisar bien el signo de

las cantidades que intervienen, que *el efecto de un empotramiento es*, según se desprende de lo anterior, *aligerar el apoyo libre y recargar el empotrado*; por lo tanto, si el empotramiento fuese en el extremo derecho la reacción Q_1 debería ser ahora menor que en el caso de doble apoyo, o sea negativa la correspondiente al par, y como este par de empotramiento es de sentido contrario, con relación a un observador *neutral* que pudiéramos decir, en el plano, las reacciones, que valdrían siguiendo el convenio dicho,

$$Q_1 = -\frac{M_2}{l} \quad , \quad Q_2 = \frac{M_2}{l}$$

resultarían dirigidas como debía ser, pero entonces el momento M_2 que en esas fórmulas figura *no indicaría el modo de trabajar* la viga, que tiene extendida la cara superior y comprimida la inferior; por lo tanto, que con relación a la viga el momento M_2 es negativo, por lo que con el fin de que las fórmulas nos den los valores de los momentos respecto a la pieza, convendrá tomar M_2 negativo con arreglo a la fatiga de la viga en el punto 2 y entonces las reacciones estarán expresadas por

$$Q_1 = \frac{M_2}{l} \quad , \quad Q_2 = -\frac{M_2}{l} \quad [5]$$

y así tendrán el sentido que las corresponde.

Supongamos ahora el caso de doble empotramiento (fig. 4); bastará sumar el efecto de dos momentos que producen reacciones parciales con arreglo a lo explicado y, por tanto, las reacciones totales valdrán,

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= q_1 - \frac{M_1}{l} + \frac{M_2}{l} = q_1 + \frac{M_2 - M_1}{l} \\ Q_2 &= q_2 + \frac{M_1}{l} - \frac{M_2}{l} = q_2 - \frac{M_2 - M_1}{l} \end{aligned} \right\} [6]$$

y el momento de flexión análogamente,

$$M = Q_1 x - \sum_1^x P(x-d) + M_1 = q_1 x + \frac{M_2 - M_1}{l} x - \sum_1^x P(x-d) + M_1$$

o bien,

$$M = m - \left(\frac{M_1 - M_2}{l} x - M_1 \right) \quad [7]$$

es decir, que deberían restarse de las ordenadas de m las de la recta,

$$\frac{M_1 - M_2}{l} x - M_1$$

que para $x = 0$ (punto 1) tiene la ordenada $-M_1$ y para $x = l$ (punto 2) la ordenada $-M_2$.

Pues bien; por las fórmulas halladas, se ve que el cálculo de las reacciones y los momentos de flexión depende del conocimiento de los momentos M_1 y M_2 y como la estática solo da una ecuación de proyección y otra de momento, el caso es hiperestático y hay que acudir al método que vimos en nuestro último artículo para resolver la cuestión.

Una vez calculados los momentos de empotramiento, además de conocerse los momentos generales de flexión y las reacciones, de ellos se

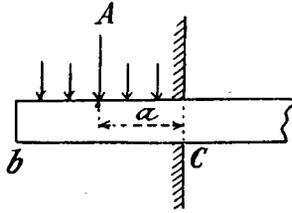


Fig. 5.

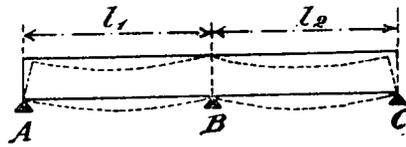


Fig. 6.

deducirán también los valores mínimos de las cargas que han de insistir sobre las colas de la pieza o extremos empotrados para que la reacción del obstáculo pueda ser igual al momento de empotramiento y éste considerarse perfecto; y claro es que, si esas cargas son mayores que las necesarias para producir los referidos momentos, la reacción del obstáculo será ilimitada y el efecto sobre la viga solo el del momento calculado, y si fuesen menores, el empotramiento sería imperfecto con un grado expresado por la relación de ambos momentos.

De modo que si (fig. 5) las cargas A son las que insisten sobre el extremo bc de la viga y pueden suponerse concentradas en un punto a distancia a , deberá ser,

$$A \geq \frac{M_1}{a}$$

para que el empotramiento sea perfecto.

El grado de empotramiento en el caso correspondiente sería:

$$\frac{1}{\delta} = \frac{A a}{M_1}$$

En la práctica, se sabe que para los suelos, basta empotrar del doble al triple de la altura de la viga.

Consideremos ahora el caso de una viga continua (fig. 6) apoyada en A, B, C ; la sección de la pieza en el punto B , por efecto de las cargas del tramo AB , tiende a girar hacia la izquierda, pero se opone a este movimiento el efecto de las cargas del tramo BC , combinado con el de la reacción del punto B ; el tramo AB , pues, está como si hubiese empotramiento en B y análogamente el tramo BC en el mismo punto, y como en el equilibrio el momento en B será evidentemente único, bastará conocer su valor para poder hallar todas las cantidades necesarias, según se ha visto antes.

Para mayor generalidad, consideremos que en A y C actúan también momentos conocidos; entonces, es claro que el valor de M_B dependerá de todas las cargas; es decir, de las fuerzas verticales y de los momentos M_A y M_C . Esa relación es la que constituye el *teorema de los tres momentos* que vamos a establecer, valiéndonos del primer teorema de Castigliano y del método de los coeficientes indeterminados.

Designemos por:

Q_A, Q_B, Q_C , las reacciones definitivas de los apoyos.

Q_{B1}, Q_{B2} , las reacciones parciales de B correspondientes a los tramos 1 y 2.

Q_{Ai}, Q_{Bi}, Q_{Ci} , las reacciones isostáticas bajo las cargas y momentos M_A y M_C dados.

Q'_A, Q'_B, Q'_C , las reacciones correspondientes al estado $X' = M_B = 1$.

q_A, q_{B1}, q_{B2}, q_C , las reacciones al simple apoyo de las vigas parciales 1 y 2.

M_1, M_2 , los momentos generales definitivos de flexión en los tramos 1 y 2.

M_{1i}, M_{2i} , los momentos generales isostáticos bajo las cargas y momentos M_A y M_C dados.

M'_1, M'_2 , los momentos correspondientes al estado $X' = M_B = 1$.

m_1, m_2 , los momentos correspondientes al simple apoyo de las vigas parciales 1 y 2.

Tendremos, recordando lo dicho respecto al método de los coeficientes indeterminados.

$$Q_A = A_{Ai} + Q'_A X' \quad \ll \quad Q_C = Q_{Ci} + Q'_C X' \quad \ll \quad Q_B = Q_{B1} + Q_{B2} \quad [8]$$

con

$$\left. \begin{aligned} Q_{B1} &= Q_{B1i} + Q'_{B1} X' \\ Q_{B2} &= Q_{B2i} + Q'_{B2} X' \end{aligned} \right\} [8]$$

$$M_1 = M_{1i} + M'_1 X' \quad \ll \quad M_2 = M_{2i} + M'_2 X' \quad [9]$$

recordando también que Q' y M' representan indistintamente o $\frac{\delta Q}{\delta X'}$ y $\frac{\delta M}{\delta X'}$, o bien las reacciones y momentos de flexión cuando todas las cargas desaparecen y X' toma el valor 1 (estado $X' = 1$); con cuya doble significación tenemos la ventaja de emplear la que más convenga.

En los ejemplos anteriores se ha hecho uso de la primera forma; pero aquí vamos a emplear el segundo modo: hacer $X' = M_B = 1$, o sea ajustarnos al procedimiento de Mohr.

Observemos al efecto que, si (fig. 7) ab es la posición de la sección de la viga antes de la sollicitación y $a'b'$ después de actuar las cargas, imaginando cortada la pieza en $a'b'$ para que el equilibrio en igual situación se mantuviera imaginando separada la parte de pieza de la derecha, habría que introducir un par, mientras que, considerando separada la parte AB , el par sería precisamente el opuesto.

Ahora bien; como el par en la pieza total ha de valer 1 en el punto B , la cara superior debería estar comprimida, por tanto, la acción sobre

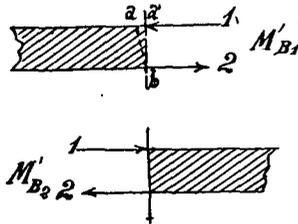


Fig. 7.

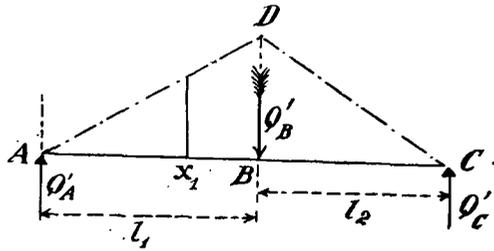


Fig. 8.

ella de la mitad derecha será la fuerza 1 y por igual causa la acción en la cara inferior será la fuerza 2; el par, pues, para la pieza AB resultará el M'_{B1} (fig. 7) y para la BC el M'_{B2} ; como el primero vale 1 y actúa en el apoyo derecho, será (fórmula [5]):

$$Q'_A = \frac{1}{l_1} \quad \gg \quad Q'_{B1} = -\frac{1}{l_1};$$

del mismo modo para el tramo BC , que es simétrico en posición y cargas respecto al anterior (o bien fórmula [1]),

$$Q'_{B2} = -\frac{1}{l_2} \quad \gg \quad Q'_C = \frac{1}{l_2},$$

de donde:

$$Q'_B = -\left(\frac{1}{l_1} + \frac{1}{l_2}\right) = -\frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2}. \quad [10].$$

Estos valores podrían haberse obtenido directamente por las ecuaciones de momentos en B y C (fig. 8),

$$\begin{aligned} Q'_A l_1 &= 1 \\ Q'_A (l_1 + l_2) + Q'_B l_2 &= 0 \end{aligned}$$

de donde:

$$\left. \begin{aligned} Q'_A &= \frac{1}{l_1} \\ Q'_B &= -\frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} \end{aligned} \right\} \text{ y por tanto, } Q'_C = \frac{1}{l_2}.$$

Resulta, pues, el estado de sollicitación de la mencionada figura 8, y si en ella se toma $BD = 1$, el área de momentos será el triángulo ADC .

El valor de M'_1 para un punto de abscisa x_1 valdrá:

$$M'_1 = Q'_A x_1 = \frac{1}{l_1} x_1 \quad [11].$$

Calcularemos ahora lo relativo al tramo 1, pues todo lo del 2 será análogo y simétrico.

Si es $X' = M_B = 0$, sólo quedan las cargas y el momento M_A , luego las fórmulas [2] nos dan:

$$\left. \begin{aligned} Q_{A1} &= q_A - \frac{M_A}{l_1} \\ Q_{B1} &= q_{B1} + \frac{M_A}{l_1} \end{aligned} \right\} [12]$$

y la [4] produce:

$$M_{11} = m_1 - \left(\frac{M_A}{l_1} x - M_A \right) \quad [13]$$

y sustituyendo estos valores, las fórmulas [8] y [9] se transformarán en

$$\left. \begin{aligned} Q_A &= q_A - \frac{M_A}{l_1} + \frac{M_B}{l_1} = q_A + \frac{M_B - M_A}{l_1} \\ Q_{B1} &= q_{B1} + \frac{M_A}{l_1} - \frac{M_B}{l_1} = q_{B1} - \frac{M_B - M_A}{l_1} \end{aligned} \right\} [14]$$

$$M_1 = m_1 - \left(\frac{M_A}{l_1} x - M_A \right) + \frac{M_B}{l_1} x = m_1 - \left(\frac{M_A - M_B}{l_1} x - M_A \right) [15]$$

fórmulas análogas a las [6] y [7] como debía suceder y podríamos haber establecido, desde luego; pero hemos preferido, sin embargo, aplicar paso a paso el método de los coeficientes indeterminados para que pueda verse mejor el modo de desarrollarle.

Todo estará, por consiguiente, conocido, puesto que suponemos que nos dan M_A y M_C , cuando se halle M_B .

Apliquemos para ello, como hemos dicho, el teorema de Castigliano, ya que suponemos que los apoyos son firmes y sin rozamiento.

El trabajo cuya derivada debemos anular es sólo el de flexión que tiene por expresión, según dijimos en nuestro artículo anterior,

$$T = \int \frac{M^2}{2EI} dx$$

no teniendo en cuenta la temperatura.

Su derivada vale:

$$\frac{\delta T}{\delta M_B} = \int \frac{M}{EI} M' dx = \frac{1}{EI} \int M M' dx \quad [16]$$

que es la cantidad que deberá ser nula, y como la integral que en esta condición figura será la suma de las correspondientes a ambos tramos,

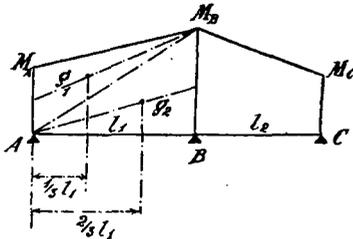


Fig. 9.

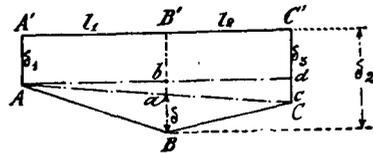


Fig. 10.

hallaremos sólo la del primero, ya que la del segundo será análoga por la razón de simetría antes dicha; por lo tanto, prescindiendo de $E I$ que es constante y poniendo M' por su valor [11],

$$\int M_1 M'_1 dx = \frac{1}{l_1} \int_0^{l_1} M_1 x_1 dx_1$$

en donde M_1 tiene la expresión dada por la fórmula [15].

Pero $\int_0^{l_1} M_1 x_1 dx_1$, significa el momento estático del área de momentos de flexión respecto a la vertical del apoyo A y ese área consiste, en lo que se refiere a M_A y M_B , o sea al término del paréntesis, en un trapecio que tiene en A y B las alturas M_B y M_A (fig. 9) y por el término m_1 , en el momento estático del área de momentos correspondiente a la viga l_1 , simplemente apoyada en A y B y que dependerá de cada caso de carga, y ahora nos ocuparemos de calcular, pero que llamaremos

por el pronto L_1 ; por tanto, dividiendo el trapecio en dos triángulos por la diagonal $A M_B$ y recordando que el momento estático de una figura es su área, por la distancia del centro de gravedad al eje;

$$\int_0^{l_1} M_1 x_1 dx_1 = L_1 + M_A \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \frac{l_1}{3} + M_B \cdot \frac{l_1}{2} \cdot \frac{2l_1}{3}$$

luego para el tramo 1, será:

$$\int M_1 M'_1 dx_1 = \frac{L_1}{l_1} + \frac{1}{6} (M_A l_1 + 2 M_B l_1). \quad [17]$$

Para el tramo 2, se obtendrá teniendo en cuenta la simetría citada, y siendo L_2 el momento estático del área de momentos, respecto a la vertical del punto C ,

$$\int M_2 M'_2 dx_2 = \frac{L_2}{l_2} + \frac{1}{6} (M_C l_2 + 2 M_B l_2) \quad [18]$$

luego la relación entre los tres momentos será, después de multiplicar por 6,

$$6 \frac{L_1}{l_1} + 6 \frac{L_2}{l_2} + M_A l_1 + 2 M_B (l_1 + l_2) + M_C l_2 = 0 \quad [19]$$

que es la que se conoce con el nombre de teorema de *Bertot* o de los tres momentos y que permitirá el cálculo de M_B cuando se conozcan M_A y M_C .

Veamos, antes de hallar la expresión de L_1 y L_2 , la generalización del teorema de los tres momentos para el caso de que se considere que los apoyos no son firmes y pueden tener descensos.

Entonces no es aplicable el teorema de Castigliano, pero sí lo son las ecuaciones de Maxwell que tienen como dijimos la forma,

$$\Sigma Q' \Delta q = \Sigma R' \Delta r;$$

pero al demostrar el teorema de Castigliano se vió que $\Sigma R' \Delta r$ valía,

$$\Sigma R' \Delta r = \frac{\delta T}{\delta X'}$$

luego bastará calcular la cantidad $\Sigma Q' \Delta q$ para igualar a ella $\frac{\delta T}{\delta X'}$ en lu-

gar de hacerlo a cero como es en el caso de que se verifique el citado teorema.

Como suponemos que solo el punto B tiene descenso, la expresión $\Sigma Q' \Delta q$ queda reducida al trabajo de la reacción Q'_B ; por tanto, si es δ el descenso del punto B , ese trabajo será,

$$\Sigma Q' \Delta q = Q'_B (-\delta) = -\frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} (-\delta) = \frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} \delta;$$

luego poniendo

$$\frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} \delta = \int \frac{M M'}{E I} dx$$

se tendrá el resultado de aplicar la ecuación de Maxwell.

Substituyendo el valor hallado para esa integral y multiplicando por $6 E I$, resulta,

$$6 \frac{L_1}{l_1} + 6 \frac{L_2}{l_2} + M_A l_1 + 2 M_B (l_1 + l_2) + M_2 l_2 = 6 E I \delta \frac{l_1 + l_2}{l_1 l_2} \quad [20]$$

que es la expresión del teorema de los tres momentos para el caso de que descienda el punto intermedio la cantidad δ .

Esta determinación es muy interesante, sobre todo, para el cálculo de piezas de cemento armado o mixtas en las que, como es sabido, hay que conocer con precisión las condiciones de trabajo de las piezas para poner en cada punto el material apropiado a la clase de esfuerzos que hayan de desarrollarse: por eso, si hubiese una viga continua longitudinal apoyada en otras transversales, en la primera habría de ponerse armadura de extensión en la cara superior cerca de la unión con cada transversal para resistir los momentos negativos sobre los puntos de apoyo y si a consecuencia de la flecha de las vigas transversales descienden los puntos en que está apoyada la viga longitudinal, el valor del momento de flexión será distinto según esta fórmula que si se calculase en la hipótesis de apoyos inmovibles.

En el caso de que los puntos A , B y C hubiesen descendido δ_1 , δ_2 y δ_3 respecto a la horizontal primitiva, el valor δ para la fórmula anterior sería (fig. 10);

$$\delta = \delta_2 - \delta_1 \frac{l_2}{l_1 + l_2} - \delta_3 \frac{l_1}{l_1 + l_2}$$

deducido teniendo en cuenta estas igualdades,

$$\delta = \delta_2 - \delta_1 - a b \quad \frac{a b}{c d} = \frac{l_1}{l_1 + l_2} \quad c d = \delta_3 - \delta_1,$$

y por tanto, será,

$$\frac{\delta (l_1 + l_2)}{l_1 l_2} = \frac{\delta_2 - \delta_1}{l_1} + \frac{\delta_2 - \delta_3}{l_2},$$

que es el valor que habrá de ponerse en el primer miembro de la ecuación anterior [20].

Veamos, por fin, el valor que toman los momentos estáticos L_1 y L_2 de las áreas de momentos en los casos corrientes.

Supongamos que sobre una viga AB actúa una fuerza P en un punto que dista a y b de los apoyos (fig. 11); el área de momentos es, como se sabe, el triángulo ACB de altura $\frac{Pa b}{l}$.

Para hallar su momento estático respecto a la vertical de A , puede considerarse como la diferencia entre los triángulos ABD y BCD y ponerse:

$$L_1 = \frac{Pa \times l}{2} \times \frac{l}{3} - \frac{Pa \times a}{2} \cdot \frac{a}{3} = \frac{Pa(l^3 - l^3)}{6} \quad [21],$$

y por analogía, el momento estático con relación a la vertical de la derecha:

$$L_2 = \frac{Pb(l^3 - b^3)}{6}.$$

Si entre los puntos C y D (fig. 12) obra una carga de p por unidad

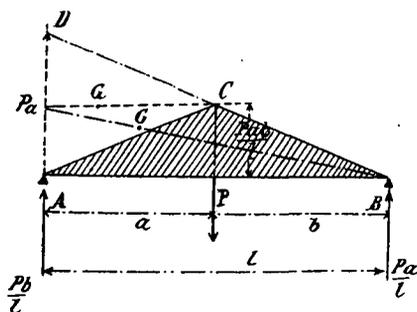


Fig. 11.

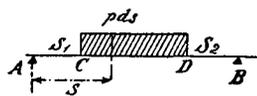


Fig. 12.

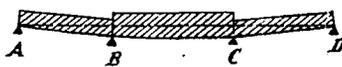


Fig. 13.

de longitud, a la fuerza $p ds$ del punto a distancia s , se puede aplicar la fórmula anterior [21], y resultará:

$$dL_1 = \frac{p ds \cdot s \cdot (l^2 - s^2)}{6},$$

luego

$$\begin{aligned} L_1 &= \int_{s_1}^{s_2} dL_1 = \frac{p}{6} \left[\int_{s_1}^{s_2} l^2 s ds - \int_{s_1}^{s_2} s^3 ds \right] = \frac{p}{6} \left(2l \frac{s_2^2 - s_1^2}{4} - \frac{s_2^4 - s_1^4}{4} \right) = \\ &= \frac{p(s_2^2 - s_1^2)(2l^2 - s_2^2 - s_1^2)}{24}, \end{aligned}$$

y análogamente para L_2 llamando r_1 y r_2 las distancias al apoyo derecho

$$L_2 = \frac{p(r_2^2 - r_1^2)(2l^2 - r_2^2 - r_1^2)}{24}$$

Si se supone ahora que la carga uniforme se extiende a toda la viga, bastará hacer $s_1 = 0$ y $s_2 = l$ y llamando a $p = g$, será:

$$L_1 = \frac{gl^2(2l^2 - l^2)}{24} = \frac{gl^4}{24}$$

Considerando el caso de que en los tramos l_1 y l_2 actúen cargas aisladas, repartidas en un cierto trozo y en todo el tramo, se convertirá la fórmula general que hemos deducido, en la que contiene los casos más corrientes de la práctica, contando con que haya descenso en el punto central y que es, después de sencilla simplificación,

$$\begin{aligned} M_A l_1 + 2M_B(l_1 + l_2) + M_C l_2 - 6EI \frac{\delta(l_1 + l_2)}{l_1 l_2} + \frac{\sum_1 P a (l_1^2 a^2)}{l_1} + \\ + \frac{\sum_2 P b (l_2^2 - b^2)}{l_2} + \frac{g_1 l_1^3}{4} + \frac{g_2 l_2^3}{4} + \frac{p_1(s_2^2 - s_1^2)(2l_1^2 - s_2^2 - s_1^2)}{4l_1} + \\ + \frac{p_2(r_2^2 - r_1^2)(2l_2^2 - r_2^2 - r_1^2)}{4l_2} = 0 \end{aligned} \quad [22]$$

en donde \sum_1 y \sum_2 , se extenderán a todas las cargas aisladas que pudieran obrar en los tramos l_1 y l_2 .

Bastará, en esta fórmula, suponer que son nulas las cantidades que representen las cargas que no actúen, para tener todos los casos de la práctica.

Vamos, por último, a hacer una aplicación para indicar, además, un modo de proceder que facilita mucho los cálculos.

Sea la viga continua AD (fig. 13), cargada con g_1 , g_2 y g_3 en cada tramo y apoyada en los cuatro puntos A, B, C, D , habiendo tenido los B y C los descensos δ_B y δ_C .

Aplicaremos dos veces la fórmula anterior [22], introduciendo la condición de ser $M_A = M_D = 0$, con lo que se tendrán las dos ecuaciones;

$$\left. \begin{aligned} 2M_B(l_1 + l_2) + M_C l_2 - 6EI \left[\frac{\delta_B}{l_1} + \frac{\delta_B - \delta_C}{l_2} \right] + \frac{g_1 l_1^3}{4} + \frac{g_2 l_2^3}{4} = 0 \\ M_B l_2 + 2M_C(l_2 + l_3) - 6EI \left[\frac{\delta_C - \delta_B}{l_2} + \frac{\delta_C}{l_3} \right] + \frac{g_2 l_2^3}{4} + \frac{g_3 l_3^3}{4} = 0 \end{aligned} \right\} [23]$$

que permitirán el cálculo de M_B y M_C y así podrán hallarse todas las reacciones y momentos de flexión.

La simplificación que anunciamos consiste en hallar separadamente los valores de M_B y M_C producidos por cada una de las influencias, es decir, cargas y descensos de los puntos intermedios, lo cual se hace sencillamente suponiendo que todo lo demás que no sea la influencia que va a considerarse es nulo y así se simplifica la forma de las ecuaciones, basando después sumar todos los efectos.

Así, teniendo solo en cuenta la influencia de las cargas, será, si para mayor sencillez hacemos $l_1 = l_2 = l_3 = l$,

$$\left. \begin{aligned} 4 M_B + M_C + \frac{(g_1 + g_2) l^2}{4} &= 0 \\ M_B + 4 M_C + \frac{(g_2 + g_3) l^2}{4} &= 0 \end{aligned} \right\} \text{ que resueltas dan,}$$

$$M_B = -\frac{1}{60}(4g_1 + 3g_2 - g_3)l^2 \text{ y } M_C = -\frac{1}{60}(4g_3 + 3g_2 - g_1)l^2 \quad [24].$$

Análogamente, la influencia del descenso de los puntos B y C , producirá,

$$4 M_B l + M_C l - 6 EI \cdot \frac{2\delta_2 - \delta_3}{l} = 0.$$

$$M_B l + 4 M_C l - 6 EI \cdot \frac{2\delta_3 - \delta_2}{l} = 0.$$

$$\left. \begin{aligned} M_B &= \frac{6}{5} \cdot \frac{EI}{l^2} (3\delta_B - 2\delta_C) \\ M_C &= \frac{6}{5} \cdot \frac{EI}{l^2} (3\delta_C - 2\delta_B) \end{aligned} \right\} [25].$$

Sumando algebraicamente los dos valores hallados para M_B y M_C [24] y [25] se tendría el valor total de los momentos de flexión en los apoyos B y C , con lo que podrían determinarse las fatigas moleculares correspondientes en cualquier punto de la pieza y comprobar su resistencia.

Y hagamos punto, por ahora, para seguir ocupándonos de otros casos de hiperestática que se resuelven igualmente por medio del teorema de Castigliano.

José CUBILLO.

PROYECTO DE TRIANGULO ALINEADOR DE PUENTES, SISTEMA DANES, REGLAMENTARIO EN ESPAÑA

1.º *Antecedentes.*—El Ejército español está dotado de un material de puentes sistema Danés, modificado, que ha sido la admiración de propios y extraños hasta el punto de que no solamente se ha copiado su organización y funcionamiento, sino que en los Talleres del Material de Ingenieros (Guadalajara) se construyó, en no lejana fecha, material de esta clase para alguna república hispano-americana, y el Regimiento de Pontoneros español ha servido de escuela a oficiales de otras nacionalidades que vinieron a estudiar los métodos seguidos para la educación e instrucción de sus tropas.

Todo ello se debe a dos beneméritos pontoneros, el general de Brigada D. Eusebio de Lizaso, ya desaparecido de entre nosotros, y al entonces capitán de Ingenieros D. Antonio Mayandía Gómez, general de Brigada en la actualidad, que como el anterior, ha dedicado al Regimiento de Pontoneros sus actividades, desvelos, entusiasmos y talento.

Fruto de la labor de tan ilustrados Ingenieros, después de un viaje de instrucción para estudiar los principales ejércitos europeos, fué un luminoso informe, digno de las firmas que lo avaloraban, que dió por resultado el actual material reglamentario, en substitución del Birago, entonces en uso.

La oficialidad del Regimiento ha proseguido estudiando el servicio con cariño y competencia, siendo la mejor prueba de la bondad del material las escasas modificaciones en él introducidas, si bien en la actualidad, aparecidos los enormes camiones de abastecimiento probable del ejército, creemos ha de llegarse, en época no lejana tal vez y cuando los recursos lo permitan, no a suprimir el actual material, pero sí a dividirlo en material de vanguardia—que podía ser el hoy existente con algunas modificaciones—y en otro para grandes cargas, cuya organización ha de basarse en el actual, ya que no parece existan ideas fundamentales respecto al asunto que alteren las que presidieron aquellos estudios.

El que suscribe, oficial de Pontoneros la mayor parte de su vida militar y en él destinado excepto el tiempo de forzosa permanencia en otros destinos, conocedor del material y por ende entusiasta del mismo, con-

sidera necesario el que se dote al Regimiento de Pontoneros del *Equipo alineador*, que en nuestro concepto ha de complementar facilitar y perfeccionar la instrucción de la tropa.

2.º *Necesidad del triángulo alineador*.— Ordenada por el Mando la construcción de un puente militar, en vista de las necesidades estratégicas o tácticas, bien sea en marcha o en reposo, se impone que un jefe u oficial de Ingenieros se destaque de su Cuerpo para la elección del emplazamiento del puente con arreglo a las órdenes recibidas, estudio de ambas orillas, perfil, etc., y, por consecuencia, el señalamiento de la dirección del mismo o eje longitudinal, hasta el punto de que recibida la orden de marcha, un oficial debe destacarse con el material ya previsto en el *Manual* reglamentario, para proceder, rápidamente, al estudio de la constitución de ambas orillas y obtención del perfil, a fin de que una vez llegado el Regimiento al lugar designado, puedan empezarse sin pérdida de tiempo, los trabajos de construcción.

Fijada la dirección del puente, que debe ser sensiblemente perpendicular a ambas orillas, y que se señala por medio de *banderolas*, se procede a la colocación del *estribo*, para lo cual se sirve de un *pie de caballete núm. 2*, que debe estar colocado perfectamente perpendicular al eje longitudinal del puente.

Esta operación, primordial y necesaria, se hace actualmente a ojo, exigiendo, por tanto, aun en los casos corrientes de establecimiento de puentes, personal muy competente y adiestrado.

Fácilmente se comprende, que una pequeña desviación entre el *eje longitudinal* del puente (señalado por las *banderolas* colocadas de antemano) y el *eje real del mismo* (indicado por la perpendicular a la cara, que da frente al río, del *pie de caballete-estribo*, levantada en su punto medio) da origen a una desviación, tanto más apreciable cuanto mayor sea la anchura del río (fig. 1).

Cierto que tal inconveniente podría solucionarse, y hoy se soluciona, cobrando o arriando de los cabos de ancla hasta dejar al *pontón* o *caballete*, perfecta o sensiblemente alineado, pero esto sólo es posible hacerlo cuando la desviación entre ambos ejes es muy pequeña y aun en este caso, las cabezas de las viguetas, perfectamente encajadas al milímetro en los apoyos flotantes o fijos, trabajarían en muy malas condiciones, sufriendo esa misma acción destructora los *nudos* y *ligaduras*, pudiéndose llegar, incluso, a la desarticulación del puente.

Recordemos en este punto, que las viguetas se ajustan perfectamente en las *bordas* y *cumbreras*, no permitiendo su esmerada construcción movimientos oscilatorios, que por otra parte serían perjudiciales para el tendido y conservación del puente, y que una vez colocadas las viguetas

en sus asientos y para alinear el tramo, es éste completo el que se mueve con los apoyos flotantes o fijos.

Vemos, pues, que en el caso sencillo de construcción de un puente,

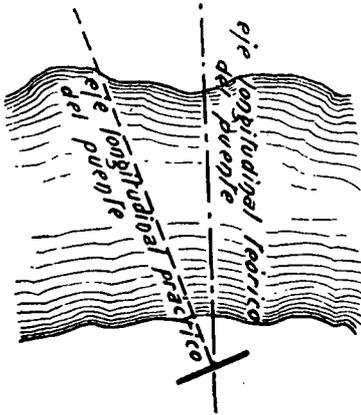


Fig. 1.

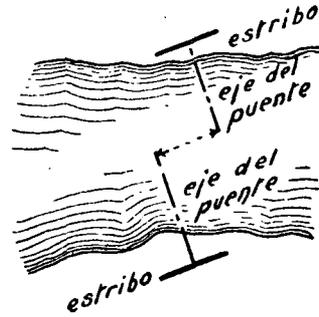


Fig. 2.

partiendo de una sola orilla, es un grave inconveniente la separación de los ejes teórico y real, debido a no poder asegurar la perpendicularidad

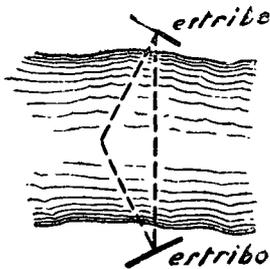


Fig. 3.

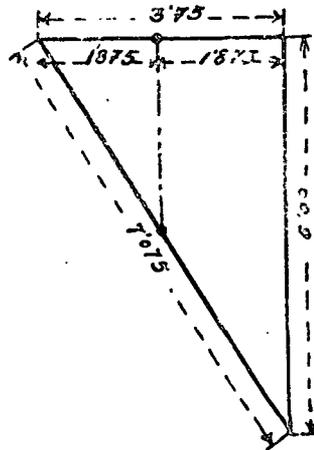


Fig. 4.

Esquema y dimensiones del triángulo.

del estribo del mismo y el eje o recta indicado por las banderolas reglamentarias.

Si de este caso sencillo pasamos a considerar el de construcción de un puente, que por su extremada longitud, rapidez en la construcción o necesidades tácticas o estratégicas, sea necesario establecer a partir de am-

bas orillas a la vez, veremos que una pequeña desviación de sus ejes dará origen, en los *tramos centrales*, a una distancia que haría imposible la unión en la mayor parte de los casos, y siempre se colocarían los distintos elementos que integran el puente, en condiciones de trabajo para las que no estaban calculados (figuras 2 y 3).

Todos estos inconvenientes creemos han de quedar salvados con el *triángulo alineador*, que asegura en la primera o en ambas orillas a la vez, la perfecta coincidencia del *eje teórico* con el *real del puente*.

3.º *Idea fundamental del triángulo alineador*.—El *triángulo alineador* es sencillamente un *triángulo* rectángulo cuyo cateto menor queda situado en la dirección del *estribo* del puente, dándonos el otro cateto la dirección del *eje longitudinal* del mismo, desplazado de su verdadera posición una distancia igual a la mitad del cateto menor. Como la posición que nos interesa es la del verdadero eje longitudinal del puente, ésta quedará señalada por los puntos medios del cateto menor y de la hipotenusa.

Dichos dos puntos serán los que, en unión del centro de la *borda del pontón* o de la *cumbrera* determinarán la *recta-eje* (fig. 4).

4.º *Descripción del triángulo alineador*.—Consta de un triángulo de hilo de acero, flexible y prácticamente inextensible con envuelta de cáñamo; tres piquetes de hierro, colocados en los vértices del triángulo y dos argollas del mismo material (cuyas dos mitades se abren girando alrededor de un eje vertical para aprisionar o dejar en libertad a los portabanderolas) situadas en el centro del cateto menor e hipotenusa.

Separadamente, dos *portabanderolas* de hierro que encajen en las argollas del triángulo y un *martillo* o *maza* de hierro para la hincada, así como dos *portabanderolas de repuesto*.

Las dimensiones que se han dado a los distintos elementos ya enumerados tienen por objeto poner dicho *equipo alineador* en consonancia con el material de puentes reglamentario (figs. 5, 6, 7, 8 y 9).

En la figura 10 puede verse el conjunto del aparato pronto para su manejo.

5.º *Uso del equipo alineador*.—Una vez elegido el emplazamiento del puente y su dirección aproximada, se señalará la línea de anclas. En este momento la *sección de trincadores y guardalados* lleva a la cabeza del puente el



Fig. 5.
Piquete
de hierro.

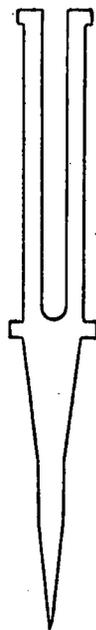


Fig. 6.
Portabanderola.

equipo alineador a cuyo efecto el número 1 de dicha sección toma del *parque* el triángulo alineador; el número 2, dos portabanderolas y dos banderolas que deposita junto al cuerpo muerto; el número 3, una banderola y un portabanderola de repuesto, y el número 4, un mazo.

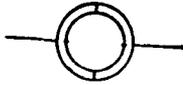


Fig. 7.
Sección
de la argolla.

Llegados a la cabeza del puente y depositados dichos elementos, los números 1, 2 y 3 tomarán los vértices del triángulo alineador y lo extienden donde el *jefe del puente* les ordene, manteniéndolo en dicha situación mientras el número 4 procede a la

hinca de los piquetes que constituyen los vértices del triángulo.

Este debe quedar con el lado menor en dirección sensiblemente pa-

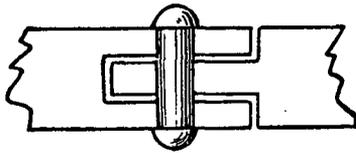


Fig. 8.
Detalle del eje de giro de la argolla.

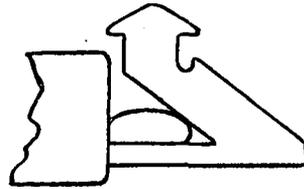


Fig. 9.
Cierre de la argolla.

ralela a ambas orillas, con su centro en el punto en que se desee el eje del puente y girado el *triángulo* hacia tierra.

Inmediatamente el número 2 coloca los *portabanderolas* dentro de las

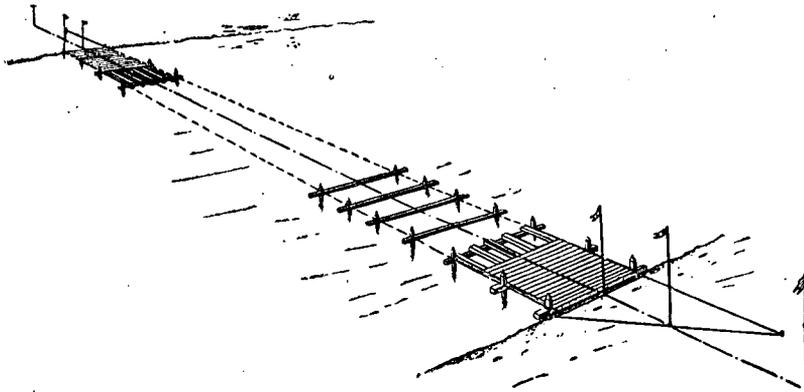


Fig. 10 —Perspectiva general.

argollas del triángulo y el número 4 los clava mientras el número 2 los sostiene con ambas manos, y una vez terminada dicha operación coloca

en los portabanderolas correspondientes las dos banderolas que él ha conducido. El número 3 y el número 4 conducidos por el jefe de puente se dirigen a colocar una tercera banderola con su correspondiente porta en línea recta con las ya colocadas y a una distancia de la orilla variable según la constitución topográfica de la misma.

El número 1 y el número 2 quedan a las inmediaciones de la entrada del puente.

En este momento la 1.^a sección de navegación ha descargado el material correspondiente del cuerpo muerto del carro o lo ha recogido del parque, según los casos, y lo ha conducido al emplazamiento, procediendo acto seguido a colocar el pie de caballete—estribo del cuerpo muerto—de modo que coincida perfectamente con las aristas exteriores (próximas a la orilla) de los piquetes del triángulo alineador y la misma 1.^a sección de navegación procede a la hincas de los piquetes en la misma forma explicada en el *Manual* reglamentario.

Efectuada esta operación, la 1.^a sección de navegación se retira y el número 1 y 2 de la de trincadores y guardalados abren las argollas, sacan los piquetes y retiran el triángulo alineador, quedando únicamente los portabanderolas con sus banderolas correspondientes y, una vez hecho esto, dichos números se incorporan a la sección a que pertenecen para cumplimentar cuanto se les encomienda en el *Manual*.

Observación.—Se puede al propio tiempo quitar la banderola colocada en el centro del cuerpo muerto—punto medio del cateto menor del triángulo alineador—que molesta y perjudica para la construcción del puente y queda señalada la dirección del mismo por la banderola situada en el centro de la hipotenusa y por la colocada por los números 3 y 4 con los elementos de respeto como se indica en párrafos anteriores.

El resto de las operaciones para construir el puente no sufren modificación alguna.

6.º *Otro modo de operar con el triángulo alineador.*—Puede ocurrir que la orilla del río sea de tal naturaleza que impida la hincas de los piquetes del cuerpo muerto en los puntos fijos y determinados por las operaciones anteriormente explicadas; y esto puede ocurrir bien por su constitución pétreas o bien por su constitución fangosa; en el primer caso ofrecerá dificultades para la hincas y sobrada resistencia, y en el segundo, gran facilidad para lo primero y ninguna resistencia.

En este caso es conveniente, y a veces indispensable, colocar el cuerpo muerto en el lugar apropiado y entonces la maniobra del equipo alineador sufre algunas modificaciones.

El triángulo se coloca, después de sujeto el cuerpo y en idéntica situación, por la misma sección y los mismos números y una vez introducidos

en las argollas los portabanderolas, colocadas las de respeto, así como las banderolas correspondientes, se procede a desmontar el triángulo alineador por los mismos elementos que se indica en el número 5.º

7.º *Uso del triángulo alineador en la segunda orilla.*—En los casos en que el puente haya de ser construído a partir de ambas orillas es cuando el equipo alineador adquiere su máxima importancia.

Determinada la sección encargada de la maniobra en la segunda orilla, recoge del parque el equipo correspondiente y al mando del jefe de dirección de la segunda orilla se dirige en un pontón, á ella.

Los números 1, 2 y 3 toman el triángulo y lo extienden según las indicaciones del oficial.

Previamente el número 2 ha colocado el portabanderolas con su banderola correspondiente en línea recta con las instaladas en primera orilla y el número 4 procede a la hincá del porta.

En este momento, se coloca la argolla del cateto menor abrazando el portabanderola ya colocado, se gira el triángulo hacia tierra e introducido en la argolla correspondiente a la hipotenusa el porta y la banderola correspondiente, que sostiene el número 4, mueven el aparato, según las indicaciones del oficial, hasta que esta segunda banderola se encuentre en la línea de la primera ya colocada y las instaladas en la primera orilla. Llegado este momento, el oficial dá la voz de «alto», el número 2 sostiene el porta, el número 4 procede a hincarla, y sucesivamente hará lo mismo con los piquetes del triángulo ayudado de los números 1 y 2.

Una vez terminada esta operación, los números 3 y 4, proceden a colocar la banderola de respeto en la misma forma indicada en el número 5 de este proyecto, y todas las operaciones siguientes se efectúan también en la forma anteriormente explicada.

Puede evitarse la colocación de la banderola de respeto, aunque no debe abusarse de esa opción, ya que ofrece al jefe de dirección una alineación más segura al tener más distantes los puntos de referencia, y mediante esa banderola de respeto se consigue quitar la del cuerpo muerto, quedando más despejada y favoreciendo la entrada y salida del material por el puente, activando su construcción.

8.º *Crítica de los procedimientos anteriores.*—El primer procedimiento explicado es el más racional, ya que el jefe de puente señalará la dirección y emplazamiento del mismo, subordinándose la colocación del cuerpo muerto a esa elección.

Además, el escaso tiempo que exige el empleo del triángulo alineador, es el necesario para que la sección de navegación descargue el material del carro de caballete y lo conduzca al sitio del emplazamiento, así como el tiempo durante el cual se retira el triángulo, se invierte por la mis-

ma sección en clavar el resto de los piquetes que sujetan el pie-estribo.

Resulta, por tanto, que el más racional y que está más en armonía con las operaciones preliminares de tendido de un puente, es el primero de los procedimientos indicados. Puede ocurrir que el emplazamiento del pie-estribo sea obligado; en este caso la dirección del eje del puente se señalará por el segundo de los métodos indicados, empleándose el tercero en el caso particular expresado.

9.º *Elementos que integran un equipo alineador.*—Son los siguientes: un triángulo alineador on tres piquetes y dos argollas; dos portabanderolas; dos ídem de respeto; cuatro ídem (ya existentes), y un mazo o martillo de hierro (íd.)

10. *Equipos por unidad.*—Pudiendo una unidad efectuar el tendido del puente a partir de ambas orillas y necesitándose un equipo por estribo, la unidad debe estar dotada de dos equipos alineadores.

11. *Número de equipos necesarios.*—El número de equipos necesarios estrictamente es el de 10, atendiendo que son indispensables dos por unidad y que éstas son cuatro unidades en activo y una de depósito, pero dado el escaso coste de cada equipo y a fin de construirlos de una vez, lo que facilitaría el trabajo, el número de equipos necesarios sería el de 20, quedando de reserva la mitad en el parque del Regimiento de Pontoneros.

EMILIO AYALA.

NECROLOGIA

A las pérdidas dolorosas que el Cuerpo ha sufrido recientemente, unas que han cortado en flor esperanzas nacientes o que empezaban a ser realidades, otras que han arrancado ramas que habían ya producido frutos abundantes y aún se hallaban en condición de seguir haciéndolo en completa madurez, debe añadirse la muy sensible del coronel D. Francisco de P. Rojas, producida por cruel y larguísima enfermedad que fué minando su salud, pero sin abatir su espíritu y que dió fin a su vida en 10 de diciembre último.

Para hacerse bien cargo del calvario que representan treinta y cinco años de invalidez física casi completa, interrumpida sólo por cortísimo intervalo, hay que conocer el carácter vivo y nervioso, la afición a los deportes y a la gimnasia, que eran cualidades características del tenien-

te Rojas, modalidad que cambió bruscamente la mordedura de un perro rabioso en 1889, seguida de una aplicación de suero antirrábico, que le produjo un ataque de parálisis, que atacó principalmente al sistema locomotriz. Toda la energía de su temple hubo de concentrarla en el trabajo intelectual, que tan brillantes productos ha dado, según es notorio y luego detallamos en extractado índice; el laborar constante fué lenitivo a otros padecimientos de índole moral, como el verse imposibilitado de ir en 1897 a Filipinas, a cuyo ejército le había correspondido por sorteo, y sobre todo, para el terrible golpe que sufrió en 1920 al desaparecer su único hijo varón, el teniente del Cuerpo de su mismo nombre, que al regresar de bombardear las cábilas enemigas de Beni Ider, fué destrozado al tomar tierra en el Aeródromo de Tetuán por una de las bombas que quedó enganchada en el avión; las esperanzas fundadas que tenía puestas en el joven oficial, que demostró en su breve paso por el Cuerpo ser digno continuador de su apellido, quedaron así frustradas. A pesar de ser seguramente las más sólidas y risueñas de su vida, todavía en los cuatro años que sobrevivió a esta enorme desgracia, ha tenido energía moral para seguir trabajando; en este mismo número se publica su artículo póstumo, «Nuevo sistema telemétrico de gran base horizontal», probablemente el último debido a su pluma y que honra así con su firma por vez postrera estas páginas, al mismo tiempo que en ellas se le rinde el último y sincero homenaje a que su inteligencia, su bondad, su amor a nuestra Colectividad y su talla moral le hicieron acreedor.

Cree la redacción del MEMORIAL interpretar el común sentir de los compañeros de Cuerpo y de cuantos en Aerostación han recibido sus lecciones y apreciado su valer, enviando a su viuda, hija e hijo político el capitán Martínez Sanz, un pésame público y colectivo, más efusivo que los muy numerosos que ha recibido de todos los sectores de la vida nacional, por proceder de quienes miraban al llorado jefe como algo íntimo y propio.

EXTRACTO DE LA HOJA DE SERVICIOS DEL CORONEL DE INGENIEROS

Don Francisco de P. Rojas y Rubio.

Nació en Valencia el día 29 de noviembre de 1861, ingresando en 1880 en la Academia y saliendo de teniente con el número 2 de su promoción en julio de 1885, pasando al 4.º de Zapadores Minadores, realizando los años 1885 y 1886 trabajos de puentes en las Escuelas Prácticas, que se acordó publicar en el MEMORIAL, y aplicar en las de otros regimientos. Desde julio del último año al de 1888, estuvo a las órdenes del comandante de Ingenieros de Lérida (hoy general Vives), para auxiliarle en el levantamiento topográfico de la plaza y sus contornos. En 1889 marchó a Cartagena con la 1.ª compañía del 2.º Batallón, regresando a la Escuela Práctica a Conanglell, en donde sufrió el accidente que malbarató el resto de su vida.

En 12 de enero de 1890 pasó a situación de supernumerario, para trabajar en co-

laboración con su padre, el conocidísimo Académico e ilustre electricista, en varios trabajos de esta especialidad.

En mayo de 1892 volvió a situación activa, destinándosele al 1.º Regimiento de Zapadores y al mes siguiente al Batallón de Telégrafos, ascendiendo a capitán en junio de 1894, y tras un breve paso por la Sección de Ingenieros, en 17 de agosto fué nuevamente destinado al Batallón de Telégrafos, distinguiéndose de un modo especial en sus trabajos de Escuela Práctica. En 1895 se le confirió una comisión mixta para estudiar las señales y códigos reglamentarios para el Ejército y Armada y en 1896 otra para el extranjero a las órdenes del teniente coronel Suárez de la Vega, durante tres meses, para el estudio de los adelantos del material aerostático en varias naciones, en la cual se orientó ya la especialización de toda su vida. Por esta época estuvo encargado de la defensa del abogado Corominas, acusado de avarquista, al que libró de la muerte.

Al no poder marchar a Ultramar por el estado de su salud, fué declarado de reemplazo por enfermo en 1897, siendo dado de alta en enero de 1898, destinándosele al 1.º Depósito de Reserva de Ingenieros. En abril de 1899 se le destina en Comisión a la compañía de Aerostación, continuando en esta forma desempeñando el Detall, fotografía militar y estudios técnicos, hasta su destino de plantilla en 1902. En esta época proyectó el carro para el transporte de hidrógeno comprimido, que se declaró reglamentario. Su actividad, lo mismo en este empleo que en los siguientes fué extraordinaria y de ella da idea la relación de trabajos que se pone al final; de esta época es su invención del Estatoscopo, que todos los aerosteros conocen tan bien y su colaboración en el Reglamento Táctico de Aerostación.

En noviembre de 1906 fué promovido a Comandante, continuando en el mismo destino y con los mismos cometidos; en 5 de febrero de 1907 fué nombrado miembro del Instituto de Coimbra y el mismo año, de la Comisión Internacional de Aerostación Científica. Desde 1912 se aumentó su trabajo oficial, por encargársele también del Detall de Aviación.

En junio de 1914 ascendió a teniente coronel y fué destinado a la Comandancia de Mallorca, pero continuando en el Parque Aerostático en comisión. En 1917 inventó su indicador de virajes para aeroplanos, aparato que se construyó y ensayó con excelentes resultados.

En agosto de 1918 fué destinado a la Sección y Dirección de Aeronáutica y en fin del mismo mes pasó, a petición propia, a la situación de reserva como coronel, solicitando continuar prestando servicio como agregado en Aeronáutica, sin emolumento alguno, lo cual se le concedió, quedando a las órdenes directas del general-director, comisión en la que cesó en 1920 por el mal estado de su salud. En 10 de diciembre de 1924 fallecía, víctima de su dolencia, después de treinta y siete años y cuatro meses de servicio activo y seis en la reserva.

Estaba en posesión de las condecoraciones siguientes:

Cruz de 1.ª clase del Mérito Militar con distintivo blanco, pensionada.

Otra, sin pensión, con pasador Industria Militar.

Tres cruces de 2.ª clase, con distintivo blanco y pasador de Industria.

Otra de igual clase y distintivo, pensionada.

Cruz y Placa de San Hermenegildo.

Medalla de Alfonso XIII.

La relación de sus trabajos más importantes es la siguiente:

Obras y escritos.—1. Descripción y empleo del galvanómetro de torsión Siemens Halske.

2. Los globos en la guerra. En colaboración con el teniente coronel D. José Suárez.
 3. Nuevo sistema belga de pararrayos para proteger locales destinados a contener substancias explosivas.
 4. Apuntes de aeronáutica. Estudio del globo esférico libre.
 5. Termómetros para conocer desde la barquilla de un globo la temperatura del gas contenido.
 6. Interruptor automático para evitar accidentes originados al ponerse en comunicación con tierra, el hilo de trabajo de un tranvía eléctrico.
 7. Globos exploradores o sondas aéreas.
 8. Globos esféricos libres provistos de cámara de aire y sus ventajas para viaje de larga duración.
 9. Conos anclas: Su teoría y su cálculo.
 10. Servicio Aerostático Militar, de texto en la Academia del Cuerpo.
 11. Aparato para dirigir minas submarinas por medio de las ondas hertzianas.
 12. Aplicación de las ondas hertzianas a la voladura de minas. En colaboración con el Ingeniero militar D. Isidro Calvo.
 13. Ascensiones en globo esférico libre.
 14. Idea de un aparato para indicar constantemente la velocidad de un buque.
 15. Certamen aeronáutico de Reims.
 16. Indicador automático de una altura de navegación mínima.
 17. Algunas consideraciones acerca de la importancia actual de los globos cautivos.
 18. Indicador de virajes para aeroplanos.
 19. Concepto inglés acerca de dirigibles y aeroplanos.
 20. Algo sobre táctica aeronáutica en la Guerra Mundial.
 21. Aerología, sondas aéreas.
 22. Aplicación de las cometas a la Meteorología.
 23. Cometas militares. Su aplicación para obtener observatorios elevados.
 24. Escuadra de nivel y su aplicación a la Estereofotogrametría y a los buques de guerra.
 25. Anteproyecto de un nuevo tipo de Telémetro monostático de base horizontal para Artillería de campaña o para piezas de grueso calibre.
 26. Nuevo aparato para efectuar nivelaciones rápidas en terreno muy accidentado o muy cubierto de vegetación.
- Pequeños inventos.*—El Estatoscopo.
- Termómetros para globos.
- Aparato para desgarrar automáticamente la envoltura de un globo sonda cuando la presión atmosférica y por tanto la altura del globo alcance un valor determinado.
- Modificación de los aparatos registradores, elevados por los globos sondas, para que se separen automáticamente los estiletos de la hoja gráfica, en el momento de tomar tierra el globo.
- Indicador de virajes para aeroplanos.
- Interruptor para evitar los accidentes originados al ponerse en comunicación con tierra el hilo de trabajo de un tranvía eléctrico.
- Aparato para dirigir minas submarinas por las ondas hertzianas.
- Telémetro monostático de base horizontal.
- Aparato para efectuar nivelaciones rápidas en terreno muy accidentado o muy cubierto de vegetación. □

SECCIÓN DE AERONÁUTICA

Radio-goniometría aérea.

Dos tendencias opuestas se han señalado entre los técnicos y profesionales que emplean los aparatos radio-goniométricos, bien en las estaciones de tierra o bien a bordo de buques o de aeronaves: la de los que consideran esta interesantísima aplicación de la T. S. H. como problema completamente resuelto y capaz de señalar la dirección en que se reciben las ondas emitidas por una estación lejana en las mayores condiciones de exactitud apetecibles, y las de los que no creen en absoluto en semejante sistema de orientación que solo puede dar lugar a errores y falsos rumbos de fatales consecuencias si se admiten como ciertos. Es de esperar que los sucesivos perfeccionamientos, que cada año se van registrando, en los métodos de la radio-goniometría lleguen a conseguir que, en plazo no muy lejano, desaparezcan los pesimistas del segundo grupo, que, en la actualidad, hay que confesar que no están por completo desprovistos de fundamento, pues aún no ha llegado el día en que pueda concederse entero crédito a las indicaciones de una estación radio-goniométrica.

Recordaremos rápidamente en qué consisten.

Cuando una onda electromagnética, que se propaga paralelamente a la superficie terrestre, encuentra a un conductor vertical (antena) unido a tierra, origina en él una corriente eléctrica ascendente o descendente según la fase de la onda que lo corta; por lo tanto, la corriente creada en la antena vertical cambiará de sentido con la misma rapidez con que cambia de fase la onda que pasa por ella, o sea con una frecuencia igual a la de la ondulación emitida. Si detrás de esta antena vertical, y en la misma dirección de la radiación emitida, hay otra antena de la misma longitud y capacidad, también vertical, en ésta nacerá una corriente igual a la de la primera, pero con un retardo de fase igual a la relación que haya entre la distancia entre las antenas y la longitud de onda.

Supongamos ahora que ambas antenas se unen por sus extremos superiores por un conductor horizontal, tendremos formada una antena de cuadro, y en ella ocurrirá lo siguiente: la fuerza electromotriz creada en la primera antena tratará de comunicarse a la segunda por el conductor horizontal, llegando a ésta en sentido contrario, pero se encontrará con la originada en la segunda antena, sumándose o restándose con ella, según la diferencia de fase que exista. Igual fenómeno ocurrirá con la f. e. m. de la segunda respecto de la primera. Si la distancia entre ambas antenas fuese igual a la longitud de onda, el efecto sería nulo, y máximo, si distan media longitud.

Fácilmente se comprende que el efecto conseguido será siempre nulo si ambas antenas son alcanzadas simultáneamente por el frente de onda, o sea, si el plano del cuadro es normal a la dirección de la radiación. De esto se deduce que una antena de cuadro tiene sensibilidad máxima a las ondas que se propagan en la dirección de su plano, y mínima o nula para los que vienen perpendicularmente a él. Para direcciones intermedias, la sensibilidad es proporcional al coseno del ángulo que forma la dirección de la onda con el plano del cuadro.

De aquí se deduce fácilmente el fundamento del radiogoniómetro R-G, que permite determinar la dirección en que llegan a una estación receptora las ondas emitidas por otra estación y, por lo tanto, la orientación relativa de ambas estaciones; basta para ello, que la antena de la receptora sea de cuadro y que ésta pueda girar alrededor de un eje vertical, y la dirección del plano del cuadro en que la intensidad de recepción sea máxima, será la que ocupará la estación emisora. Teniéndose en cuenta que esta intensidad es proporcional al coseno del ángulo, y que el coseno varía rápidamente para valores próximos a su mínimo, ó sea para ángulo de 90° , y muy lentamente para los próximos al máximo (0°), se obtiene mayor precisión cuando se determina el mínimo en vez del máximo de la percepción, sabiéndose que en este caso, la estación emisora estará en la perpendicular al plano del cuadro.

Para evitar el tener que hacer girar a toda la antena, lo que en tierra origina complicaciones de montaje e impide el empleo de grandes antenas necesarias para obtener buen alcance, y en los buques y aeronaves obligaría a desviar el rumbo cada vez que se quisiera hallar una orientación, se utiliza el procedimiento Bellini-Tossi, que consiste en emplear dos antenas fijas, eléctricamente idénticas, de cuadros perpendiculares, estando intercaladas en el circuito de cada una de ellas unas espiras cuyos planos son también perpendiculares. Interiormente a estas espiras de ambas antenas puede girar un núcleo con un tercer circuito en conexión con el detector y amplificador; de este modo, las ondas que provengan de una estación emisora, engendrarán en cada una de las antenas una f. e. m. proporcional a los respectivos cosenos de los ángulos que forme con ellas, y las corrientes originadas en las espiras crearán un campo magnético resultante que tendrá igual dirección que la estación emisora con relación a las antenas, y la dirección de este campo magnético será revelada, análogamente al caso anterior, por la posición del circuito móvil en que la intensidad de la recepción sea mínima.

Antes de estudiar las ventajas de uno y otro sistema hay que tener en cuenta lo siguiente: para que el efecto *direccional* de la antena de cuadro sea máximo, es necesario que exista sintonía entre la onda emitida y el circuito de la antena de cuadro, pero, además de este efecto *direccional*, la antena de cuadro tiende a oscilar eléctricamente en su conjunto con el período propio de antena vertical, lo que da lugar a una recepción *no direccional* que se superpone a la anterior. Este efecto puede disminuir la sensibilidad radio-goniométrica de la estación, si no se trata de eliminar intercalando capacidades que anulen la sintonía del conjunto de la antena con la estación emisora, pero esta corrección ha de hacerse para cada longitud de onda, lo que ya complica el procedimiento. En cambio, este efecto *no direccional*, que en uno de los costados de la antena de cuadro se suma al *direccional* y en el otro se resta, permite determinar el sentido de la propagación de la radiación, o sea hacia qué lado de la dirección marcada por el R-G está la estación emisora.

Los aparatos R-G Marconi están dotados de una disposición para esto.

Además hay que tener en cuenta que, no solo la antena, sino el resto de los circuitos y conductores que componen la estación receptora actúan como captadores de la energía electromagnética de las ondas, por lo que, si se emplean antenas muy pequeñas con efectos grandemente amplificados, los conductores del resto de la estación originarán una recepción apreciable que borrarán la agudeza de los mínimos de la recepción dada por la antena del cuadro.

Veamos ahora qué procedimientos son los preferibles para emplear la radio-goniometría en la orientación de las aeronaves. Estos pueden ser tres: empleo de R-G en tierra, antena de cuadro giratorio a bordo y estación Bellini-Tossi a bordo.

El primero consiste en que el aeroplano que desea conocer su orientación pregunte por telegrafía sin hilos a una estación R-G, terrestre, la dirección en que recibe su emisión, después habla o transmite durante medio minuto, para que la estación terrestre pueda determinar la dirección, la que le comunica una vez hallada; de este modo, el observador de la aeronave traza en su carta la recta que indica la dirección marcada por la estación terrestre, y, repitiendo la operación con otra, obtendrá por intersección su situación en el mapa. Es claro que conviene que las rectas de posición se corten lo más normalmente posible para evitar errores, y que la intersección no se haga con la primera recta determinada, sino con una paralela a ella a una distancia que represente lo que el aeroplano se ha alejado de ella desde una a otra observación, lo que se determinará por estima, conociendo la velocidad de la aeronave y su rumbo.

Este procedimiento tiene el inconveniente de que, exceptuando las aeronaves que hacen servicio en trayectos en que hay muchas estaciones R-G, como entre París y Londres, será difícil que la aeronave esté en comunicación con una de estas estaciones. Para evitar este inconveniente se puede emplear el R-G a bordo, aunque hasta ahora esto escasamente ha salido del terreno experimental.

La estación R-G a bordo puede ser de antena móvil o de antenas fijas (Bellini-Tossi), y la primera puede ser móvil con toda la aeronave, o giratoria dentro de ella. La primera solución tiene la ventaja de la fácil instalación y permite el empleo de antena relativamente grande, pero exige que la aeronave varíe su rumbo para orientar la antena con la estación emisora (que en este caso no se necesita atiende a la aeronave ni sea R-G), lo que implica pérdida de tiempo que en ocasiones no será posible efectuar.

Una antena de cuadro giratorio dentro de la aeronave necesariamente ha de ser pequeña, y, aunque evitaría el inconveniente anterior, ofrecerá el ya señalado a causa de la influencia del resto de los conductores de la estación, que varía la orientación aparente correspondiente a los mínimos de recepción y da lugar a errores.

El procedimiento Bellini-Tossi parece ser el más ventajoso para las aeronaves, principalmente para las pequeñas como los aeroplanos, pero tiene también un inconveniente y es el de exigir la identidad eléctrica de los circuitos de ambas antenas de cuadro. Se han empleado como antenas R-G en los aeroplanos, los cuadros longitudinales adaptados a dos montantes situados uno detrás del otro, o por dos conductores verticales uno en el extremo del *capot* y otro en la cola para aumentar su separación, y los transversales adaptados a los montantes extremos de ambas alas, pero los circuitos de estas antenas son tan desemejantes que difícilmente se puede llegar a su perfecta identidad eléctrica, sin lo cual el R-G solo marca bien las direcciones longitudinal y transversal, pero en los intermedios se origina un error *cuarantal* por no existir paralelismo entre el campo magnético inducido y la dirección de las ondas. Por esta razón creemos preferible constituir dos antenas idénticas de cuadros perpendiculares que unan los extremos de las alas con la cola, siendo la dirección de la marcha la bisetriz del ángulo formado por ambos cuadros.

Los errores a que dá lugar el empleo del R-G son de diferentes causas: 1.^a, Exteriores a la estación, por no seguir las ondas la línea recta a consecuencia de la diferente conductibilidad del espacio que atraviesan, según la temperatura, ionización del aire, influencia del terreno, etc. Hay que tener en cuenta, que aunque no son fenómenos completamente análogos, la transmisión de la radiación electromagnética por el espacio puede compararse a la de la descarga eléctrica que origina el rayo,

que sigue el camino sinuoso de mínima impedancia. Esta causa origina errores que, por la noche, en las proximidades de costas y a largas distancias llega a ser hasta de 90°; en cambio durante el día, en distancias que no excedan de 30 kilómetros y sobre el mar, generalmente no llega a 4°.

2.ª Influencia de las masas metálicas próximas a la estación. Para evitarla hay que alejar las masas a distancias superiores a su mayor dimensión y encerrar la estación con una cubierta total de hierro dulce.

3.ª Influencia del efecto *no direccional* de la antena, de la actuación receptora de los conductores no antena de la estación, y del error cuadrantal por semejanza en los circuitos de antenas en el sistema Bellini-Tossi, los que se procurarán evitar eligiendo las capacidades y autoinducciones de los circuitos convenientemente.

Para la mayor eficacia del R-G, es necesario, después de instalado en la aeronave y corregido en lo posible, proceder a su *calibración*, o sea someterlo a una estación emisora de dirección exactamente conocida, ir marcando las desviaciones de sus indicaciones para distintos ángulos, y anotar en una tabla de conexiones la orientación verdadera que corresponde a cada una de las marcadas. Por último, para obtener la mayor exactitud posible, conviene no determinar el punto con solo dos estaciones emisoras, sino utilizar, por lo menos, una tercera.

Tal vez las experiencias sistemáticas que se hacen con el empleo del R-G a bordo de aeronaves, demuestren que a alguna altura sobre el suelo, el error por desviación en la dirección de las ondas no alcanza la importancia que tiene en las estaciones terrestres, y conduzcan a llegar a un grado de perfeccionamiento que permita una completa eficacia en este procedimiento de orientación, que ha de constituir una de las más importantes consecuencias del más beneficioso de los descubrimientos modernos.

41

REVISTA MILITAR

La comunicación con el valle de Arán.

Como es bien sabido, el valle de Arán en los orígenes del Garona, es un territorio español situado en la vertiente francesa de los Pirineos y cuya comunicación con el resto del país es muy precaria, estando durante los meses de invierno en incomunicación completa, por interrumpirse por las nieves el puerto de la Bonaigua.

Los inconvenientes desde el punto de vista político, militar y espiritual de esto, son evidentes y el actual Subsecretario de Fomento general Vives ha tomado con empeño su resolución. Para ello se ha activado todo lo necesario la tramitación para atravesar en túnel el indicado puerto, obra que estará en breve comenzada, pero buscando una solución más rápida, aunque provisional, ha encargado a una comisión que dirige nuestro compañero el comandante Adrados de establecer el paso por medio de automóviles orugas, semejantes a los que han hecho la travesía del Sahara.

Aun cuando la época actual es poco adecuada para iniciar estos trabajos, se ha realizado en los días 5 y 6 de febrero una travesía de ensayo, con un automóvil Citroën, del Centro Electrotécnico, conducido por el capitán Mendoza, con patines en

sus ruedas delanteras. Les han prestado valioso apoyo los ingenieros de Caminos señores Ortega y Arespacochaga y el personal subalterno de Obras públicas afecto al servicio de la carretera.

Este primer ensayo ha sido un éxito y ha puesto a prueba el tesón y entrenamiento del personal. En el trozo de carretera que atraviesa el puerto, de más de 2.000 metros de altitud, unos 12 kilómetros con 7 por 100 de pendiente, existía una capa de nieve de 60 centímetros a 1,50, el automóvil ha tenido numerosas paradas en las que ha habido que empujarlo, la lentitud les obligó a detenerse una noche en el refugio del puerto, llegando a Viella sin novedad.

La comisión espera que en cuanto disponga de material especial más potente y previa construcción de refugios y línea telefónica durante el buen tiempo, la travesía normal sea factible, solucionando así este problema secular durante el tiempo que duren las obras del túnel. □

Orientaciones de los modernos cruceros.

En el tomo correspondiente a 1925 de *The Naval Annual* de Brassey, archivo insuperable a donde se ha de acudir para documentarse en cuestiones marítimas, publica S. G. Thurston un interesante trabajo sobre la orientación de los cruceros, que aunque enfocada especialmente desde el punto de vista inglés, tiene interés general y doctrinalmente enseña cuáles son las tendencias después de las limitaciones acordadas en Washington.

El tipo más aproximado a lo autorizado en este convenio de limitación de armamentos marítimos es el *Raleigh*, inglés, botado al agua en 1915, que tiene 9.750 toneladas, 7 cañones de 19 centímetros, 12 de 7,5 y 30 millas de velocidad, pero la tendencia es aprovechar todo lo posible el límite concedido, que es de 10.000 toneladas y de 20 centímetros el calibre máximo de los cañones. Para analizar el tipo más conveniente, hay que empezar por definir los papeles que ha de desempeñar el crucero.

Debe actuar con la flota de combate, proteger al comercio y servir de escucha, teniendo gran radio de acción y poco blanco. Como la velocidad de los *capital ships* ha aumentado tanto, es difícil reunir en un crucero de pequeñas dimensiones todas las características; entre las antitéticas se ha de procurar proporcionarle las más esenciales.

Su artillería debe ser tal que tenga superioridad sobre la de los destroyers, en potencia y rapidez de fuego; como no es posible que lleven piezas capaces de herir a la ciudadela de un acorazado, hay que conformarse con que pueda perforar a las partes secundarias de éste, y para poder combatir con buques similares, hay que aproximarse al límite autorizado para éstos; así se llega a la pieza de 20 centímetros y 50 calibres.

El elemento velocidad sigue siendo en el crucero el primordial, ha de poder huir del efecto de las grandes piezas del acorazado y zafarse de los torpedos más rápidos, lo cual conduce a velocidades entre los 34 y 35 nudos. Con esto se tienen ya determinadas dos variables, quedando poco margen dentro del desplazamiento máximo para lograr la protección, que resulta así sacrificada. Dentro del peso que representa la suma del armamento y la protección, que viene a ser por término medio una quinta parte del total, sólo cabe, para la eficacia del primero, disminuir la segunda, no se puede pretender a menos de 9 kilómetros la invulnerabilidad contra la artillería de segundo orden del acorazado y como el gran volumen de máquinas que la velo-

cidad impone, no permite la organización de bulges contra los torpedos, resultan tipos con protección vertical escasa, la horizontal lo más reforzada posible, ante la seria amenaza que las recientes experiencias han demostrado representa la aviación y en donde las partes vitales se alejan lo más posible de los costados, compartimentando contra la acción submarina de la mejor manera posible.

Para la defensa antiáerea bastan piezas de 12 centímetros, montadas para tirar por fuertes ángulos, y aunque todavía parezca pronto para imponer esto sistemáticamente, algunos llevan disposición para lanzar un par de aviones con catapulta.

Los tipos en construcción en las principales marinas parecen tener las características siguientes:

	ESTADOS UNIDOS.	FRANCIA	JAPON	ITALIA
Tonelaje.....	10.000	10.000	10.000	10.000
Velocidad.....	33 nudos.	34 nudos.	33 nudos.	34 nudos.
Armamento combate	8 cañones de 20	8 cañones de 20.	8 cañones de 20.	8 cañones de 20 cm.
Idem antiáereo.....		8 de 7,5 cm.	batería de 10.	batería de 10.
Idem torpedos.....		2 tubos triples de 550 milímetros...	12 tubos.	
Protección.....	blindaje de costado y bulge.		blindaje de 6 a 10.	blindaje lateral de 5 a 8 cm. y horizontal de 2 a 5.
Eslora.....		155 metros.		195 metros.
Manga.....		20 metros.		20 metros.
Elementos aéreos....	2 aviones.	2 aviones.		

Para responder a las condiciones teóricas deseadas, el autor inglés propone para su país, cuatro tipos con ligeras variantes, todos dentro del tonelaje máximo admitido de 10.000 toneladas.

	A	B	C	D
Velocidad.....	35 nudos.	34,5 nudos.	34 nudos.	34 nudos.
Armamento-combate..	9 de 20 en 3 torres, 2 a popa y 1 a proa.	8 de 20 en 4 torres, 2 a popa y 2 a proa.	9 de 20 en 3 torres a proa...	6 de 20 en 3 torres a proa.
Idem antiáereo.....	4 de 12	4 de 12	8 de 12	8 de 12
Idem torpedos.....	12 tubos de 560	12 tubos	12 tubos.	12 tubos..
Protección en costados	25 a 75 mm.			
Idem en barbata y cubierta.....	25 a 30, sin bulge, 2 cofferdan.....	25 a 75, un bulge...	25 a 50, un bulge...	25 a 75, un bulge.
Idem horizontal.....	3 cubiertas sobre máquinas y 2 sobre calderas.....	3 cubiertas.....	3 cubiertas en máquina y 2 en caldera...	3 cubiertas sobre máquina y 2 sobre caldera.
Eslora.....	180 metros.	178	167	172

En ninguno de ellos provee que conduzcan a bordo aviones, sin embargo, en los

tipos «C» y «D» condensa la artillería a proa, dejando más despejada la cubierta, con lo que sería posible instalar una catapulta de lanzar. En estos dos últimos tipos se ha atendido con mayor cuidado a las necesidades antiaéreas, protegiendo más la cubierta y dotándole de doble número de piezas de pequeño calibre para tirar por grandes ángulos. La condensación de pesos a proa le obliga a colocar todas las calderas a popa.

El armamento submarino es idéntico en número de tubos variando solo su distribución. □

CRÓNICA CIENTÍFICA

La «luz fría».

El profesor Risler, del Laboratorio Fisiológico de las Sensaciones, en la Sorbona, ha efectuado curiosos experimentos con tubos llenos de aire u otro gas o mezcla de gases a baja presión, excitados con corriente de alta frecuencia, con materias fosforescentes o fluorescentes y pigmentos aplicados a los tubos o incorporados en el vidrio. Bajo la corriente de alta frecuencia se produce una emisión de luz, sin ondas de gran longitud, rojas o infrarojas, ni verdes, a la que se ha denominado «luz fría».

Según el inventor, un tubo grande produce 12.000 bujías, con un gasto de 2,5 kilovatios, o sea $\frac{1}{5}$ de vatio por bujía, la mitad aproximadamente que las lámparas más económicas usadas hoy.

Una disposición especial de los electrodos mantiene la presión automáticamente en el punto más conveniente para un buen rendimiento, de tal manera, que algunos tubos han trabajado 90.000 a 100.000 horas consecutivas sin disminución de la potencia lumínica.

La lámpara produce gran cantidad de radiaciones ultravioleta y ha recibido ya aplicaciones terapéuticas. Cuando se interrumpe la corriente, los tubos continúan brillando con luz fosforescente de color distinto al de la emisión anterior.

Seguramente una de las aplicaciones que recibirán pronto las nuevas lámparas, será la de formar anuncios luminosos, como ha ocurrido con las lámparas de vapor de mercurio, la Moore, la de neón y tantas más. Δ

Cómo se utilizan las crisálidas del gusano de seda.

Una vez despojado de la fibra textil el capullo del gusano de seda, la crisálida es arrojada a la basura o utilizada como alimento para los animales domésticos; en alguna ocasión se ha consumido como alimento para el hombre, pero la generalidad encuentra su gusto desagradable. Modernamente, sin embargo, algunos sericultores de Shunking han descubierto que la crisálida del gusano de seda contiene una cantidad considerable de aceite que puede ser extraído por presión; el aceite crudo así obtenido debe ser refinado para que pueda servir como alimento humano. Su sabor no es tan agradable como el de otros aceites comestibles, pero constituye un ingrediente muy apropiado para la elaboración de jabones. En el territorio de Shunking y en el de Tunchuan están ya en actividad varias prensas de aceite de

crisálida. Un kilogramo de crisálidas secas produce doscientos gramos de aceite aproximadamente. El residuo de la extracción de aceite contiene fósforo y puede usarse como abono para las tierras de labor. △

El combustible Makhonin para motores de explosión.

La curiosidad despertada por los experimentos efectuados por las autoridades militares francesas con un aparato inventado por el ingeniero ruso Makhonin que transforma toda clase de aceites crudos, vegetales o minerales en combustibles para motores de explosión, se ha acentuado por el secreto con que se han llevado las pruebas. Los ensayos han sido ejecutados en Vincennes con carros de asalto pesados y han dado excelentes resultados desde el punto de vista económico; pero no es ésta la principal ventaja del sistema, sino la posibilidad de emplear cualquier aceite en toda clase de motores de explosión. Se comprende que en países como Francia o España, faltos de aceites minerales, el invento de Makhonin puede revestir considerable importancia para la defensa nacional.

Después de las pruebas de Vincennes el inventor concertó con el Gobierno la cesión de su patente, con aplicación a fines militares.

La especificación de la patente, publicada hace poco, permite colegir la esencia del invento. La instalación empleada consiste en un aparato para destilación de aceites crudos, condensando el vapor antes de su admisión en los cilindros del motor. El recipiente que contiene el aceite crudo tiene la forma de una caldera, que se calienta por cualquier medio, tal como gases de escape, mecheros de gas o vaporización bajo presión.

El combustible puede ser empleado ya en la forma de vapor con entrada directa a los cilindros, o en la de líquido producido por la condensación del vapor de aceite crudo, el cual pasa después por un carburador como los de gasolina.

Parece indudable que la instalación destiladora ha de ser necesariamente voluminosa y que, además de la esencia de motores obtenida, habrá una considerable cantidad de productos secundarios; ésta es, evidentemente, una dificultad que el inventor se esfuerza en vencer y debe de haberlo conseguido en parte porque se promete aplicar un sistema a pequeños vehículos.

Por el momento, un método que envuelve la destilación de aceites crudos en el mismo vehículo no parece justificar el entusiasmo con que en Francia ha sido acogida la invención. Su aplicación sólo podrá efectuarse en vehículos pesados y es muy dudoso que ofrezca ventajas sobre los sistemas que emplean directamente los aceites crudos, los cuales, a partir del motor Diesel, no han dejado de progresar rápida y continuamente.

El barco de rotores de Flettner.

En el último viaje de Danzig a Kiel, el *Buckau* ha tenido muy mal tiempo. En otro viaje anterior entre los mismos puntos, efectuó la travesía en cuarenta y cuatro horas, pero el viaje de vuelta requirió sesenta y ocho; con el viento de proa que entonces soplaba no pudo avanzar a mayor velocidad que cuatro nudos por hora. Durante el huracán que sopló en el Báltico el día 5 de febrero último, hubo momentos en que fué necesario detener los rotores, a causa de la mar gruesa, y aunque la velocidad del viento cayó al anochecer de 22 metros por segundo a 11, la del barco no excedió de cinco nudos el día siguiente, sábado. Hacia el final del

viaje, el *Buckau* hizo siete nudos y alcanzó el puerto de Kiel el domingo por la tarde.

Después de ser instalada a bordo una estación radiotelegráfica, el barco saldrá para el Firth of Forth, en Escocia, donde Herr Flettner disertará ante la Institución de Ingenieros y Armadores escoceses.

No debemos echar en olvido que el inventor sólo considera a los rotores como auxiliares de la propulsión. △

La fabricación de papel con paja de trigo.

Las papelerías de la Emerson Carey Fiber Products C.^o (Kansas), fabrican 50 toneladas diarias de papel, con paja de trigo, correspondientes a un consumo de unas 32.000 toneladas de paja al año. La paja se pone en digestión en marmitas rotativas de 4,25 metros de diámetro, cargándose en cada una de 5 a 6 toneladas de paja con 180 hectolitros de licor de cal, de muy débil concentración. La carga se hace en varias veces, durante ocho a diez horas, y la digestión por medio del vapor dura unas doce horas.

A la salida de los digestores, se lava y desagrega la pasta en aparatos tipo cuba que tienen el rodillo lavador en un extremo y el desagregador en el otro. Las operaciones restantes son análogas a las que se efectúan con la pasta de papel. La fabricación se completa con un encolado de alumbre y resina. La potencia necesaria es de unos 150 caballos por tonelada de papel fabricado. △

BIBLIOGRAFÍA

Principios fundamentales de Mecánica Racional, por los tenientes coroneles de Artillería D. L. DE GOROSTIZA Y D. R. BRISO DE MONTIANO y comandante D. FLORENCIO PÁEZ.

El objeto que los autores de esta obra se han propuesto al publicarla, según indican en su prólogo, ha sido el de reunir en un volumen los principios más importantes de la Mecánica Racional, ordenándolos y exponiéndolos en tal forma que su estudio pueda hacerse fácilmente por quienes posean conocimientos relativamente elementales de Geometría Analítica y Análisis. Este fin, que a primera vista puede parecer de modestas pretensiones, en nuestra opinión es mucho más difícil de conseguir y requiere más acierto y mayor dominio de las materias que se han de tratar, que la redacción de una obra de pleno carácter científico dedicada, no a la juventud que necesita iniciarse en el concepto fundamental de una ciencia, sino a presentar nuevas teorías o métodos de exposición a la consideración de las personas que dominan la materia.

Los autores de esta *Mecánica Racional* han cumplido con creces la misión que se han propuesto, pues la obra reúne todas las condiciones necesarias para lograr su fin didáctico: exposición clarísima y ordenada, y carácter práctico conseguido por los numerosos ejemplos y ejercicios resueltos y propuestos al lector, que dan amenidad a la obra, quitándole la aridez de que suelen adolecer sus similares, al

mismo tiempo que fijan y precisan la comprensión de los principios expuestos en el texto.

Creemos acertada la alteración del orden de las partes de la Mecánica que se sigue generalmente, por el empleado en esta obra, posponiendo el estudio de la Estática al de la Dinámica, pues aunque pudiera parecer recomendable aquel sistema por proceder de lo simple a lo compuesto, en cambio este tiene la ventaja de partir del caso general para llegar al particular, además de que, siguiendo las tendencias de la mecánica moderna, los conceptos de «movimiento» y de «masa» aparecen como primordiales con relación al de «fuerza».

Y ahora permítannos los autores que señalemos un defecto que en nuestra opinión tiene la obra, defecto que no se refiere a la calidad, que juzgamos inmejorable, sino a la cantidad. Creemos que, ya que en su primera parte, Cinemática, se estudian con suficiente extensión los movimientos periódicos y vibratorios, hubiera sido muy conveniente dedicar por lo menos un capítulo de la segunda parte, Dinámica, al estudio de las oscilaciones y vibraciones entretenidas y amortiguadas, y a la resonancia mecánica, cuyo interés práctico cada vez va siendo mayor por su inmediata aplicación a las numerosas clases de estructuras sometidas a esfuerzos repetidos y vibraciones de máquinas, motores, etc. Esto constituiría el complemento de esta obra que, de todos modos, puede considerarse como modelo entre las de su género. ††

* * *

Aerostación: Carros-tornos y automóviles-tornos empleados en aerostación, por el capitán de Ingenieros D. FÉLIX MARTÍNEZ SANZ.—*Blass. Madrid, 1924.*—Un tomo de 22 × 16, con 126 páginas y 69 figuras en láminas.

Como cualquiera que conozca a su autor podía predecir, este trabajo no es de esos de segunda mano, en los que se copian figuras, se extractan párrafos y hasta se transcriben errores; se trata de un estudio objetivo y minucioso de cada uno de los tipos de tornos, hecho por quien los maneja y repara constantemente, estando dotado del espíritu analítico y de los sólidos conocimientos de Martínez Sanz, que constituye una verdadera cartilla para el empleo y enseñanza.

La misma diferencia de densidad con que son analizados unos y otros modelos, indica que se trata de un estudio verdad. El decano carro Yon y el torno alemán que durante tantos años prestó servicio con los globos Parseval, son descriptos rápidamente y en pocas páginas, cosa natural, puesto que hoy sólo tienen un interés retrospectivo.

El torno inglés F. W. D. (4 Wheel Drivers), con los motores Dorman y Wiscosin y el autocamión Latil T. P., de cuatro ruedas, motoras también, con sus ténders, son en cambio explicados con lujo de detalles y profusión de gráficos, analizando su funcionamiento, montaje, averías, etc., en forma que con su estudio, nada más necesita el que lo vaya a manejar, cosa lógica, pues se ve han sido descritos al pie de ellos en funcionamiento.

Termina con una descripción de los tornos Delahaye, muy ligera, puesto que no se emplean en nuestro Servicio.

Por lo indicado, se comprende se trata de una labor de verdadera utilidad, que afianza la fama de trabajador y concienzudo, que tan bien ganada tiene el capitán Martínez Sanz. □