

ELEMENTOS DE TELEMETRIA

POR

D. FRANCISCO ORTEGA Y DELGADO,

CAPITÁN DE ARTILLERÍA,

PROFESOR DE LA ACADEMIA DEL CUERPO.

DECLARADOS DE TEXTO POR REAL ORDEN DE 13 DE MARZO DE 1891.

SEGOVIA:

EST. TIP. DE SEGUNDO RUEDA,

Juan Bravo, núm. 20.

X33X.

Es propiedad del autor.

Queda hecho el depósito que marca la ley.



INTRODUCCIÓN.

EL método generalmente seguido para la enseñanza de los telémetros más en uso en nuestro ejército, me pareció desde un principio deficiente, pues no tomádo orden ni punto de partida, se reducía al estudio de un cierto número de aparatos sueltos que no daban idea del conjunto de este factor importante de la Topografía irregular.

Consultando distintas obras, encontré en la *série 1.^a* de la *Revista Científico Militar* un trabajo titulado *ESTADIAS Y TELÉMETROS* del Teniente Coronel de Artillería D. Javier de Salas, cuyo plan me pareció tan excelente y tan conforme con mis ideas sobre el particular, que no he vacilado en seguirlo en los sencillos elementos de *Telemetría* que presento para su exámen y aprobación si há lugar. Cumpló al consignarlo así, un deber de conciencia poniendo con ello mi trabajo en su verdadero punto de vista, recordando que debe darse «á Dios lo que es de Dios y al César lo que es del César.»

Asímismo, me he servido para redactar los telémetros de costa, de la obra del Coronel del Cuer-

po, Sr. D. Julio Fuentes, titulada INSTRUCCIONES PARA EL SERVICIO DE LAS BATERÍAS DE COSTA, por el carácter reglamentario que la imprime el haberla circulado entre los oficiales la Dirección General del Cuerpo.

Los Elementos de Telemetría que presento, no son, pues, otra cosa que cuatro conferencias orales que al imprimirse y entregarse á nuestros alumnos, evitarán los inconvenientes prácticos de las conferencias tomadas al oído.

Francisco Ortega.

Segovia, Julio de 1891.



CAPÍTULO PRIMERO.

DEFINICIONES Y CLASIFICACIÓN FUNDAMENTAL.

1. La Telemetría tiene por objeto la medida rápida é indirecta de distancias, entrando bajo su acción el estudio y empleo de los numerosos aparatos que con los nombres de *telémetros*, *telómetros*, *depresímetros*, etc., se dedican á resolver el indicado problema.

Estos aparatos, según sus condiciones de exactitud y facilidad de manejo, se emplean, bien especialmente por la marina ó en las costas, á veces en los trabajos de la Topografía irregular, ó también en las operaciones de una campaña y aun en los momentos de un combate.

2. Las condiciones generales que deben cumplir estos aparatos, sea cualquiera el objeto á que se les destine, son; que su mecanismo sea sólido, sencillo y exija pocas rectificaciones preliminares; que las operaciones necesarias para medir una distancia sean breves y puedan efectuarse con poco personal; y, en fin, que con los datos medidos en el terreno se deduzca la distancia mediante el empleo de fórmulas sencillas y de resolución puramente aritmética.

Los telémetros destinados á medir distancias en campaña, además de llenar en el mayor grado posible las condiciones anteriores, han de satisfacer á las de poco coste, reducido volúmen y fácil transporte.

3. Sea cualquiera el objeto particular que deban cumplir, estos aparatos admiten la siguiente clasificación fundamental:

1.^o *Telómetros fundados en propiedades geométricas.*—Son los que dan, en general, la distancia pedida por la resolución de un triángulo formado en el terreno, ó semejante á este.

2.^o *Telómetros fundados en propiedades físicas.*—Utilizan casi siempre el conocimiento de la velocidad del sonido, apreciando de un modo ú otro (y en esto consiste la especialidad de cada tipo) el tiempo transcurrido desde que se percibe el fogonazo de un disparo, hasta que que se oye el ruido de la explosión.

El tipo característico de los telómetros de este grupo, es el de combate de Le Boulengé; no entramos en su descripción por ser sobradamente conocido, y por que las recientes experiencias acerca de la propagación del sonido que producen las armas modernas, han quitado mucho de su valor á esta clase de aparatos. (1)

4. Los telómetros fundados en propiedades geométricas, de que únicamente se ocupará este estudio, pueden dividirse á su vez para su mejor conocimiento, en cinco grupos especiales, cuyo fundamento vamos á detallar seguidamente.

5. *Primer grupo.*—Los aparatos pertenecientes á este, pueden dividirse en dos clases; aquellos que necesitan solo la simple vista, y los que utilizan determinadas propiedades ópticas, como son los, en general, llamados anteojos diastimométricos.

El fundamento comun de estas dos clases es el siguiente: sea M N (figura 1.^a) un objeto de altura conocida y cuya distancia A M al punto A se quiere determinar; si por un procedimiento cualquiera se separa del triángulo A M N la parte A m n semejante á él, se tendrá:

$$\frac{A M}{A m} = \frac{M N}{m n} \quad \text{ó bien para abreviar} \quad \frac{D}{d} = \frac{L}{l}$$

(1) *Memorial de Artillería*, Marzo, 1888, página 473.

de cuya proporción se obtiene,

$$D = L \cdot \frac{d}{l}$$

El valor de la relación $\frac{d}{l}$ puede determinarse de dos maneras; ó suponiendo á l constante y determinando d , ó tomando á d como constante y midiendo el valor correspondiente de l .

Siguiendo el primer procedimiento se obtienen los aparatos de ángulo diastimométrico variable, cuyo tipo es la estadia triangular; utilizando el segundo medio, resultan los aparatos de ángulo diastimométrico constante.

Como tipo general de esta clase, y á la vez como ejemplo del primer grupo, describirémos ligeramente el anteojo corneta de Porro, por su sencillez y modo ingenioso de proporcionarle pequeñas dimensiones.

6. *Segundo grupo.*—Lo forman los telémetros de depresión ó de base vertical, cuyo uso exclusivo es en la marina y en las baterías de costa. Su fundamento es el siguiente: si AB (fig. 2.^a) representa la altura sobre el nivel del mar del terraplen de una batería, por ejemplo, y se quiere medir la distancia CA á que se halla un buque colocado en C , bastará medir el ángulo $BAC = a$ del triángulo rectángulo ABC . En efecto, en dicho triángulo se tiene;

$$AB = AC \cdot \text{sen. } a, \text{ ó bien } H = D \cdot \text{sen. } a$$

de donde se deduce

$$D = \frac{H}{\text{sen. } a} = H \cdot \frac{1}{\text{sen. } a}$$

Conocida de antemano la altura H y teniendo una tabla que para los valores de a , dé los correspondientes de $\frac{1}{\text{sen. } a}$, la aplicación de la fórmula anterior queda reducida á una sencilla multiplicación.

Algunas veces el ángulo a (que en el caso anterior se determina midiendo el A igual al C) se encuentra conociendo de antemano (fig. 3.^a) el ángulo d que con la horizontal del punto A forma la visual AC dirigida al límite del horizonte visible; basta luego medir el ángulo $CAM = x$ que con dicha AC forma la visual dirigida al buque situado en M para obtener el ángulo a por la fórmula

$$a = d + x$$

Como tipo de este grupo describirémos el telémetro de Amici.

7. *Tercer grupo.*—Telémetros de base horizontal. Partiendo de la construcción de un triángulo rectángulo, uno de cuyos catetos llamado *base* se mide directamente, puede determinarse la distancia hallando el valor del ángulo opuesto á la base (cuyo dato es el que caracteriza á este grupo) ó un fragmento de hipotenusa. Las fórmulas y empleo de estos aparatos, varían según que la distancia pedida, sea hipotenusa ó cateto de este triángulo rectángulo.

PRIMER CASO.—Sea AC , (fig. 4.^a), la distancia que se quiere medir; si marcamos en el punto B , próximo al A , un ángulo recto ABC de tal modo que sus lados pasan por los puntos extremos de la distancia incógnita, tendremos determinado el triángulo rectángulo ABC en el que AC es la hipotenusa; tomando á AB por base y midiendo con el aparato el ángulo opuesto a , se obtiene la distancia por la fórmula,

$$AC = \frac{AB}{\text{sen. } a} \text{ ó bien } D = b \cdot \frac{1}{\text{sen. } a}.$$

La magnitud de la base no excede en ningún caso de $\frac{1}{40}$ de la distancia incógnita, lo que permite medir prontamente dicha base con bastante precisión.

SEGUNDO CASO.—Si la incógnita es el cateto BC , en el

mismo triángulo A B C de la figura 4.^a se obtiene la fórmula

$$B C = A B . \cot . a = \frac{A B}{\text{tang. } a}$$

y como expresión más breve y práctica,

$$D' = b . \frac{1}{\text{tang. } a} .$$

En este segundo caso, puede operarse también del modo siguiente: colocado el observador en B, (fig. 4.^a), se marca el ángulo recto A B C, sobre cuyo lado A B se mide la base; trasladándose al punto A, se forma el ángulo C A D también recto, obteniéndose, en resumen, el triángulo C A D en que se verifica por ser A B perpendicular á C D,

$$\frac{B C}{B A} = \frac{B A}{B D} \text{ de donde } B C = \frac{B A^2}{B D}$$

$$\text{ó bien } D' = \frac{b^2}{B D} .$$

Dando en esta fórmula á D' valores crecientes, de 50 en 50 metros por ejemplo, entre los límites en que halla de operarse, y á b el valor fijo de 40^{m.}, se deducen otros tantos valores para B D que es el fragmento de hipotenusa que caracteriza esta clase de aparatos del tercer grupo. Si con estos valores y los de D' se forma una tabla, bastará en la práctica medir B D sobre el terreno para obtener la distancia perdida.

Consideraremos como tipo de este grupo, el telémetro de Gaumet.

8. *Cuarto grupo.*—Está constituido por los telémetros de base horizontal que miden los ángulos en la base. Admiten la subdivisión siguiente: *de observaciones sucesivas*, en que un mismo operador ha de estacionarse en cada extremo de la base; *de observaciones simultáneas*, cuando

dos operadores miden á un tiempo los ángulos antes citados; en este último caso, se distinguen aún dos grupos. según que la transmisión de los ángulos medidos por el primer operador al segundo que es el que ha de resolver el triángulo, pueda hacerse ó no instantáneamente.

El fundamento geométrico de este grupo, es como sigue; midiendo en el terreno una base A B, (fig. 5.^a), á partir del extremo A de la distancia pedida, y apreciando el valor de los ángulos a y b se obtiene el triángulo A B C que dá la proporción:

$$\frac{A B}{A C} = \frac{\text{sen. } C}{\text{sen. } b} = \frac{\text{sen. } (a + b)}{\text{sen. } b}$$

y designando por B la base y D la distancia,

$$D = B \cdot \frac{\text{sen. } b}{\text{sen. } (a + b)}.$$

Si puede hacerse que el ángulo b sea de 90° , la fórmula anterior se simplifica, reduciéndose á

$$D = B \cdot \frac{1}{\text{sen. } (90^\circ + a)}.$$

Algunos telémetros de este grupo miden los ángulos a' y b' que forman con la base las perpendiculares á los lados A C y B C en los puntos A y B; en este caso, teniendo en cuenta que a' y b' son los complementos respectivos de a y b , y por lo tanto, su suma suplementaria de la de estos, se obtiene como fórmula especial,

$$D = B \cdot \frac{\cos. b'}{\text{sen. } (a' + b')}.$$

Consideraremos como tipo de este grupo, el telémetro de Berard.

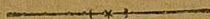
9. *Quinto grupo.*—Telémetros conteniendo en sí mismos la base. Pueden ser de base fija ó variable entre pequeños límites y se fundan en la construcción de un tri-

ángulo rectángulo A B C, (fig. 6.^a) cuyos catetos A B y A C son, respectivamente, la base y la distancia que se quiere medir; determinando el ángulo a opuesto á la base, se deduce

$$A C = A B . \cot . a = A B . \frac{1}{\tan . a} .$$

Esta fórmula hace ver que, salvo la especialidad de llevar en sí la base, estos telémetros forman parte del tercer grupo.

Como tipo estudiaremos el telémetro de Roskiewiez.



CAPÍTULO SEGUNDO.

DESCRIPCIÓN

Y MANEJO DE LOS TELÉMETROS TIPOS.

10. Estudiados ya los fundamentos de los cinco grupos en que pueden dividirse los telémetros basados en propiedades geométricas, vamos á describir ligeramente los tipos característicos de cada grupo, que en el capítulo anterior quedaron citados.

II. *Anteojo corneta de Porro*.—Pertenece á la segunda clase de los telémetros del primer grupo y es en resúmen un anteojo diastimométrico de ángulo constante, cuya generalidad de adaptación á las distancias, estriba en poder usar á voluntad, tres valores de ángulo diastimométrico, de magnitud invariable cada uno de por sí. En este aparato se emplea un procedimiento especial para reducir sus dimensiones, quebrando dos veces el eje óptico.

Consiste el telémetro, (fig. 7), en una lente convergente O' que hace las veces de objetivo y otra O que constituye el ocular; la magnitud total del eje óptico es algo mayor que la distancia focal del objetivo, y para reducir esta longitud y hacer á la vez directas las imágenes que naturalmente se producen invertidas, se emplea el procedimiento siguiente: en dirección del eje principal del objetivo y con su base perpendicular á dicho eje, se coloca un prisma P de reflexión total con sus aristas horizontales; esta disposición hace que los rayos luminosos procedentes

del objeto, sufran dos reflexiones en un plano vertical, doblándose por primera vez el eje óptico. Un segundo prisma P' idéntico al primero, pero colocado con sus aristas verticales, recibe los rayos á su salida del primero y haciéndoles sufrir la doble reflexión en un plano horizontal, quiebra por segunda vez el eje óptico, endereza la imagen y la presenta ante el ocular que la amplifica como microscópio; la longitud total del aparato, resulta así un poco mayor que la tercera parte de la distancia focal del objetivo.

Un estuche de forma prismático-triangular, contiene en su interior los dos prismas y en sus bases dos aberturas para la colocación de las lentes. En el tubo del ocular y en el mismo plano en que se forma la imagen vá colocado el retículo que puede ocupar dos posiciones mediante un giro de 90° según indica la fig. 8; cinco hilos dispuestos como marca dicha figura, forman el retículo; la separación entre los hilos a y c es tal, que comprenden entre sí un objeto de un metro de altura colocado á 100 metros de distancia; es decir, que para estos hilos, el ángulo diastimométrico tiene por tangente $\frac{1}{100}$ que es el valor de la

relación $\frac{d}{l}$ de la fórmula del primer grupo (5); se comprende, pues, que el par de hilos a y c abarcará un objeto de 2^m á 200^m , de 3 á 300, etc., y recíprocamente, que un objeto comprendido exactamente entre ellos, se hallará á tantas veces 100^m de distancia como metros de altura tenga.

El hilo b está colocado á mitad de distancia de los a y c , y por lo tanto, entre los a y b por ejemplo, abarcarán un metro á 200^m ó medio metro á 100^m ; por último, la separación entre los hilos m y n es la quinta parte del intervalo $a c$ por lo que comprenderán un metro colocado á la distancia de 500.

12. Los objetos que se toman como miras para medir distancias con este telémetro, son ordinariamente soldados de infantería, ó de caballería montados, cuya talla media se evalúa en 1,70 y 2,60 metros respectivamente.

La manera de operar con el anteojo de Porro es bien sencilla; basta ver entre que par de hilos del retículo queda comprendida la imágen del soldado que se tome como mira, y multiplicar su altura por la relación que corresponda al par de hilos empleados. Supongamos, por ejemplo, que observando un soldado de infantería quede comprendido exactamente entre los hilos m y n ; la distancia será, pues,

$$D = 1,70 \times 500 = 850^m.$$

Puede suceder que la distancia sea tal que el objeto visado no quede comprendido exactamente entre ningun par de hilos del retículo; por ejemplo, que sea más pequeño que el intervalo a c y mayor que el a b . En este caso se busca que parte del objeto, de altura conocida, queda abarcada por los hilos a y b ó por los m y n y supongamos que sea una altura de un metro entre los a y b ; en este caso, la distancia buscada será 200^m. Para resolver este caso, lleva el aparato grabada una viñeta en la que para un soldado de infantería y uno de caballería montado, se anotan distintas alturas á partir del suelo, tales como de los pies á las rodillas, de los pies á la cintura, etc.

13. *Telémetro de Amici*.—Es del segundo grupo y dá por lo tanto, la distancia, midiendo el ángulo de depresión del objeto, con relación á un punto de altura conocida.

Consiste, (fig. 9), en un anteojo O O' giratorio alrededor de un eje proyectado en P , y en el que la distancia entre las lentes O y O' puede regularse mediante los piñones B y C . La parte inferior del anteojo lleva un ensanche ó cámara en cuya base se coloca un microscópio m n cuyo eje óptico es, por construcción, perpendicular al del

anteojo y lo corta en el punto P. Un prisma ó cámara clara L colocado en el interior del anteojo, hace que los rayos luminosos que atraviesan la lente O' del microscópio sufran dos reflexiones y vayan á parar al observador colocado en O', en la misma dirección que los procedentes del objetivo O; á conveniente distancia del microscópio hay colocada una regla dividida $a X$, de cristal é iluminada por medio de un espejo cóncavo S. Por la disposición indicada, el observador vé á un tiempo la imagen del objeto á que se apunta y la de algunas divisiones de la regla graduada, que en el giro del anteojo permanece inmóvil por no formar cuerpo con él; el cero de la regla corresponde á la posición en que el eje del anteojo es horizontal; y, por último, el retículo está formado por un solo hilo horizontal con el que se ha de establecer la coincidencia de los trazos de la regla.

14. Para explicar el uso de este aparato, supongamos, (fig. 10), que sean A B y P a la situación de los ejes ópticos de anteojo y microscópio, cuando el primero es horizontal, en cuyo momento, el hilo del retículo coincide con el trazo cero de la regla. Demos un giro al anteojo hasta que su eje pase por el objeto cuya distancia se quiere medir, y sean A' B' y P a' las nuevas posiciones de los ejes ópticos; la prolongación del eje P a' corta á la regla en una división X con la que coincidirá ahora el hilo del retículo. Teniendo en cuenta que la altura del aparato sobre el plano horizontal que sustenta el objeto visado será, en general, pequeña con relación á la distancia, puede tomarse la magnitud $a X$ como valor aproximado del seno del ángulo de depresión; si con este dato y la altura del telémetro sobre el plano de comparación, calculamos la distancia por la fórmula del párrafo 6 y escribimos este número en la división X, bastará para medir la distancia apuntar al objeto y leer la graduación que corresponda al hilo del retículo.

15. *Telémetro de Gaumet.*—Corresponde al tercer grupo y mide el ángulo opuesto á la base por su tangente, es decir, que pertenece al caso en que la distancia incógnita es cateto de un triángulo rectángulo. (7).

Forman el telémetro, (fig. II), dos espejos planos M y M' colocados verticalmente y de los que el M es fijo; el M' vá montado sobre una palanca Q giratoria alrededor del punto n por la acción de un tornillo cuya tuerca está en H y un resorte antagonista R que mantiene la palanca en contacto con el tornillo. La cabeza de éste, es un tambor V de forma tronco-cónica, dividida en cien partes iguales numeradas de diez en diez, y que sirve de índice para marcar, sobre una regla N fija á la envuelta del aparato, el número de vueltas del tornillo; á su vez la regla sirve de índice para señalar en el tambor las divisiones ó fracciones de vuelta. Como el paso del tornillo es de medio milímetro, cada división del tambor vale $\frac{0^m,0005}{100}$ ó sean $0^m,000005$.

Un estuche cilíndrico contiene todas las piezas del aparato, y lleva practicadas tres aberturas S, L y L', la primera en la superficie lateral y las otras dos en las bases; por último, arrollada á la envuelta del aparato vá una cinta de 20^m que constituye la base. Cuando el tambor marca con su cero el cero de la regla, el ángulo de los espejos es de 45° ; este ángulo puede variar entre 41 y 49 grados.

16. Para medir una distancia con este aparato, tal como la A C (fig. 12) se hace estación en el punto A de manera que el objeto C quede á la derecha y hácia el mismo lado la abertura S, el tambor marcando cero: los rayos luminosos procedentes de C sufren dos reflexiones sobre los espejos M' y M y salen por la abertura L' con lo que el observador vé delante de sí y en dirección A D la imagen del punto C; en esta misma dirección busca una señal natural ó coloca un hombre si no la hay, teniendo

así dos puntos A y D para marcar la base A B que se mide con la cinta del aparato. Haciendo ahora estación en B, se repiten las operaciones sin mover los espejos, viéndose el punto C en una dirección B C' tal, que el ángulo C' B A es igual al A C B; obtenido esto, se hace girar el tornillo, y por lo tanto, variar el ángulo de los espejos, hasta que vuelva á verse la imágen del punto C en la dirección primitiva B A D; haciendo las lecturas de la regla y tambor del tornillo, se obtiene la distancia, consultando una tabla construída de antemano y que lleva grabada la envuelta del aparato.

17. *Telémetro de Berard*.—Aunque por su manera de operar se separa algo de los telémetros del cuarto grupo, (por lo menos aparentemente) tomamos este aparato como tipo, por reunirse en él las particularidades siguientes: 1.^a, es de un solo observador, de observaciones sucesivas y sin embargo, de transmisión instantánea; 2.^a, además de su empleo como telémetro, puede servir para la medición del ángulo de dos visuales.

Consiste, (fig. 13), en una regla de madera R R' provista de un mango Q para su manejo; en el interior de esta regla y de manera que enrasen sus caras superiores, hay otra regla graduada *r* que puede salir más ó menos á manera de lengüeta, mediante un botón y cremallera P; esta lengüeta lleva graduada en milímetros su cara superior y termina por un vástago L al que se une una horquilla horizontal H; un punto de mira A vá colocado en el extremo anterior de la regla fija R R'.

18. Para medir un ángulo con este aparato, (operación necesaria para medir una distancia) se hace estación de tal manera, que la vertical del punto de mira corresponda al vértice del ángulo. Sea M A N, (fig. 14), el ángulo que se trata de medir; se coloca el telémetro horizontalmente, apoyando por la horquilla H en la nariz del operador y de modo que el punto de mira quede á la al-

tura de los ojos; dirigiendo una visual con el ojo derecho (cerrando para ello el izquierdo) y el punto de mira, se hace que esta visual pase por uno de los puntos (el M); con el otro ojo y en la misma forma se dirige otra visual, que, en general, no pasará por el punto N; haciendo salir ó entrar la lengüeta, se conseguirá después de algunos tanteos, que la práctica hace breves, que las visuales alternativas pasen por los puntos M y N. Así se ha formado el triángulo isósceles $\triangle m n$, en el que se conocen la base $m n$, que es la separación entre los ojos (que varía de 60 á 65 milímetros) y la altura $A H$ que es igual á la longitud de la regla fija desde el punto de mira, más la del vástago y horquilla y más la lectura hecha sobre la lengüeta graduada; con estos datos se encuentra el valor del ángulo $m A n$, igual por opuesto por el vértice al que se trata de medir. Acompaña al aparato una tabla que para valores de graduación de la lengüeta, dá el ángulo correspondiente.

19. Para medir con el telémetro de Berard una distancia $A C$ (fig. 15) se hace estación en A con una cuerda de 82^m de longitud con una señal marcada á los 52; esta señal se coloca en A , la magnitud de 52 metros se extiende en dirección $A C$, colocándose un jalón en el punto extremo P y la otra porción de 30^m se desarrolla en sentido $A B$ perpendicular á $A C$; así se forma un triángulo rectángulo $B A P$ cuyo ángulo B vale 60°. Midiendo ahora por el procedimiento antes citado el ángulo $P B C$, que llamaremos x , se tienen implícitamente medidos los dos ángulos en la base A y B , respectivamente iguales á 90° y 60° + x ; sustituyendo estos datos en la fórmula correspondiente (8), se obtiene:

$$D = A B \times \frac{1}{\text{sen. } (60 + x + 90)} = \frac{30}{\text{sen. } (60 + x + 90)}$$

20. *Telémetro de Roskiewiez*.—Pertenece al quinto

grupo y es de base fija. Para medir el ángulo opuesto á la base emplea el procedimiento que indica la (fig. 16); dos anteojos fijos L y L' cuya separación es la longitud de la base, se dirijen de manera que el eje óptico del primero pase por el punto C cuya distancia al A se quiere medir; desplazando en el sentido $a b$ el retículo del anteojo L' se consigue por la visual $b B$ pase por el punto C , formándose el ángulo pedido cuya tangente dá el aparato por la relación conocida $\frac{a b}{a B}$.

21. El aparato consiste, (fig. 17), en un tubo de latón ennegrecido interiormente y cuya forma exterior es la de dos troncos de cono unidos por sus bases mayores; á los extremos abiertos de este tubo, se unen dos horquillas r y r' en que van practicados los cojinetes de los anteojos L y L' ; sólidamente unidos á estos y en dirección perpendicular por construcción, hay otros dos anteojos V y V' cuyos objetivos están situados en el interior del tubo M , y provisto cada uno de su correspondiente retículo. Toda la parte descrita del aparato, vá montada sobre una horquilla $S S'$ sostenida por un trípode y que puede tener giros rápidos y lentos alrededor de un eje vertical, por medio del uso combinado de los tornillos de presión y coincidencia V_1 y V'_1 ; por último, un tornillo micrométrico m de cabeza graduada, con su índice correspondiente, sirve para producir y medir el desplazamiento del retículo del anteojo L' , y otro tornillo n tiene por objeto rectificar el paralelismo de los anteojos.

22. Antes de operar, debe comprobarse que el indicado paralelismo existe, para lo cual, se dirige una visual por el anteojo V , en cuyo campo se divisan á un tiempo su propio retículo y el del anteojo V' , á causa de que la luz no tiene en el tubo M otra entrada que el ocular del anteojo V' ; si las cruces filares de ambos retículos coinciden, el aparato está arreglado; si esto no sucede, se mue-

ve el tornillo n hasta conseguir dicha coincidencia; con esto se consigue queden en prolongación los ejes ópticos de dichos anteojos, con lo que resultarán paralelos los L y L' que les son perpendiculares.

23. Para medir una distancia con este telémetro, basta dirigir una visual^a por el anteojo L , aprovechando para ello los giros rápido y lento de todo el sistema; hecho esto, se desplaza el retículo del anteojo L' hasta que la visual pase también por el objeto cuya distancia se quiere medir. La lectura del tornillo m mide el desplazamiento del retículo y conocida la distancia de éste al centro óptico del objetivo, podría conocerse el ángulo; pero estos cálculos se han hecho de antemano y la lectura del tambor del tornillo dá desde luego la distancia.

El desplazamiento del retículo es siempre pequeño, puesto que la base del aparato es solo de metro y medio y la distancia mínima que puede medirse es de 300 metros.



CAPÍTULO TERCERO.

TELÈMETROS

APLICABLES Á LA ARTILLERÍA DE CAMPAÑA.

24. Como complemento de lo expuesto en los capítulos anteriores y á fin de dar á este estudio el mayor valor práctico posible, vamos á ocuparnos de la disposición y uso de algunos aparatos empleados, casi con carácter reglamentario en nuestra artillería. Con tal objeto, dividiremos esta parte en otros dos capítulos, destinando uno á los telémetros aplicables á la artillería de campaña y reservando el otro para la de costa.

25. *Procedimientos por las alzas y las piezas.*—Solo recordando la definición que hemos dado de Telemetría, pueden incluirse en nuestro estudio los dos métodos que vamos á exponer, pues que los elementos necesarios son, en general, tan sencillos y escasos, que no puede dárseles el nombre genérico de telémetros; la utilidad que en determinados casos pudieran presentar estos métodos, nos ha impulsado, sin embargo, á darles cabida en este capítulo.

26. PRIMER PROCEDIMIENTO.—Es el más sencillo y práctico, pues no necesita aparato ni accesorio alguno; sea m n , (fig. 18), un blanco de altura conocida, cuya distancia al punto o , (que es la boca de la pieza ó uno de los muñones, según la colocación del punto de mira) se quiere determinar. Tomemos una altura de alza a suficiente para que la visual dirigida por ella y el punto de mira, pase

por el extremo superior del blanco, busquemos una nueva altura b de modo que la segunda visual toque al pié del blanco. Se forman así dos triángulos $o a b$ y $o m n$ que pueden considerarse semejantes por la pequeña magnitud del ángulo $m o n$; se tendrá pues,

$$\frac{o m}{o a} = \frac{m n}{a b} \text{ de donde } o m = D = \frac{o a \times m n}{a b}$$

en cuyo segundo miembro todas son cantidades conocidas.

Como puede observarse, este procedimiento equivale á efectuar la medida con una estadia simple, por lo que está comprendido en el primer grupo teórico.

27. SEGUNDO PROCEDIMIENTO.—Es algo menos práctico que el anterior, por exigir ya aparato especial, aunque sencillo, y puede, por lo tanto, considerársele como verdadero telémetro de base vertical. Consiste el método en medir el ángulo α , (fig. 19), que forman las visuales $h m$ y $h n$ dirigidas á los extremos superior é inferior de un blanco de altura conocida que se toma como base, y suponiendo que el triángulo $h m n$ es sensiblemente rectángulo en n ; este medio puede considerarse incluido en el tercer grupo, por cuanto se mide el ángulo opuesto á la base, que dá el aparato por su tangente.

Constituyen el telémetro dos aros A y B, (fig. 19) que pueden adaptarse á la pieza, el primero cerca de los muñones y el segundo hácia la boca; á estos aros van unidas dos mesetas planas de una altura tal, que una regla $i d'$; apoyada en ellas y en la culata, quede horizontal. Un punto de mira lateral d puede correr sobre esta regla, que vá graduada en partes iguales, teniendo el cero en el punto d (posición inicial en todos los casos); la porción no graduada $i d$, tiene una longitud constante y conocida (vá grabada en la regla) que llamaremos l .

Colocado el punto de mira en d , buscaremos una altura de alza $i h$ de modo que la visual $h d$ pase por el pié

del blanco; sin variar el alza, desplazamos el punto de mira hasta una posición d' en que la nueva visual $h d'$ pase por el extremo superior del citado blanco; esta segunda visual representa además la incógnita que se quiere determinar. Habiendo supuesto rectángulo el triángulo $h m n$ y designando por H la altura conocida del blanco y por a el ángulo de las visuales, la distancia $h n = D$ vendrá dada por la expresión

$$D = \frac{H}{\text{tang. } a}$$

hay, pues, que determinar $\text{tang. } a$ en función del desplazamiento $d d'$ del punto de mira y que en general designaremos por x .

28. Para conseguir esto, hagamos uso del triángulo rectángulo $h i d'$ que nos dá (representando por δ la altura $h i$)

$$l + x = \delta \cdot \text{tang. } (a + \beta) = \delta \cdot \frac{\text{tang. } a + \text{tang. } \beta}{1 - \text{tang. } a \times \text{tang. } \beta}$$

Pero los triángulos $h m n$ y $h i d'$, dan respectivamente:

$$\text{tang. } a = \frac{H}{D} \quad \text{y} \quad \text{tang. } \beta = \frac{l}{\delta}$$

por lo que sustituyendo, se tendrá:

$$l + x = \delta \cdot \frac{\frac{H}{D} + \frac{l}{\delta}}{1 - \frac{H l}{D \delta}}$$

Como en general, la fracción $\frac{H}{D}$ será muy pequeña, puede despreciarse sin error sensible y la expresión anterior, se convierte en

$$l + x = \frac{l}{1 - \frac{H l}{D \delta}}$$

Resolviendo esta ecuación con respecto á $\frac{H}{D}$ que por representar á tang. a es la verdadera incógnita, se deduce, en fin:

$$\text{tang. } a = \frac{x \delta}{l(l+x)}.$$

Dando en esta fórmula valores á x y calculando los correspondientes de tang. a , se escriben estos valores en la regla que queda así graduada.

Para medir ahora una distancia, basta dirigir las dos visuales $h d m$ y $h d' n$ en la forma dicha y dividir la altura del blanco por la lectura hecha en la regla.

29. *Telómetro de Goulier.*—Es un aparato que pertenece al tercer grupo, en el caso en que la incógnita es cateto de un triángulo rectángulo.

Los elementos ópticos son; dos prismas-escuadras idénticos cuya sección principal representa la figura 21 y dos lentes dispuestas como indica la figura 22 y cuyo empleo veremos en su lugar correspondiente.

Los prismas están formados por dos caras transparentes que se cortan en ángulo recto, y dos azogadas é inclinadas entre sí 45° ; todo rayo de luz que incida normalmente sobre una de las caras del ángulo recto, sufre dos reflexiones en las caras estañadas y sumerge normalmente á la otra cara del ángulo recto; formándose así en el terreno un ángulo exacto de 90° .

30. Dos aparatos distintos marcados en la figura 20 con los números 1 y 2, constituyen el telómetro; el primero (1) está formado por un prisma de los descritos anteriormente, encerrado en una caja cúbica c , del tal manera, que una de sus caras transparentes quede al costado derecho, donde hay una ventana i practicada; sobre la otra cara del ángulo recto incide un ocular M que sirve para dirigir las visuales directas y recibir los rayos doblemente reflejados; esta caja cúbica vá unida á una mira ó tablilla

V que lleva practicada una ventana ν' y una línea de fé ν para las observaciones de alineación; la tablilla termina en un mango P para manejarla al cual se une un carrete H en que está arrollado un alambre de 40^m que puede desarrollarse todo ó solo en una porción de 20^m; este alambre constituye la base y puede unirse al aparato número 2 por medio de la cadena R.

El segundo aparato (2) lleva un prisma de igual forma que el anterior, pero con la ventana colocada al lado izquierdo; delante de este prisma va colocado el sistema de desviación (fig. 22) parte fija y parte móvil entre dos correderas N practicadas en la tablilla del aparato.

El sistema de desviación está constituido por dos lentes, una fija y plano-cóncava M, y otra móvil L plano-convexa y de igual curvatura que la anterior, por lo que, cuando sus ejes ópticos coinciden, ambas forman una lámina de caras paralelas. En este caso, los rayos visuales paralelos á dicho eje, atraviesan el sistema sin sufrir refracción, emergiendo en la dirección A'; pero si la lente L se mueve hasta ocupar la posición L', los rayos refractados por esta lente, cortarán á su eje en el foco A; recíprocamente, todo rayo luminoso procedente de A saldrá de la lente L paralelo al eje principal, por lo que este sistema sirve para que un observador pueda ver en A' un objeto realmente situado en A. El ángulo α formado por estas dos direcciones puede determinarse por su tangente mediante la relación $\frac{d}{f}$ en que d es la desviación de la lente L y f su distancia focal principal. Para apreciar la desviación impresa al sistema, lleva la parte móvil dos índices que sobre el borde superior de la corredera, previamente graduado, marcan esta desviación para las bases de 40 y 20 metros con que puede operarse.

31. Si con este aparato se quiere medir una distancia A C, (fig. 23), se hace estación en A con el aparato núm. 1,

de modo que la ventana del prisma esté dirigida hacia el punto C, con lo que el observador verá este punto en la dirección C_a y habrá formado un ángulo recto en el terreno.

Un segundo operador marcha con el aparato núm. 2, desarrollando la base en la longitud de 20 ó 40 metros según los casos; llegado así al punto B, dá frente hacia el punto A, girando hasta que consiga ver delante de sí, en la dirección C_b , la imagen del punto C, y obedeciendo entonces las indicaciones del observador colocado en A, se desplaza lateralmente hasta entrar en la alineación $A C_a$. Cuando esto se ha conseguido, el operador A hace una señal y entonces el B mueve la lente L hasta que el punto A (línea de fé en la tablilla número 1), lo vea confundido con C_b .

Veamos ahora que la sola lectura del índice correspondiente á la base empleada, basta para obtener la distancia; en efecto, al operar del modo dicho se ha formado un ángulo B C A igual al A B C_b ; el primero está dado por la expresión $\text{tang. } C = \frac{B}{D}$ siendo B la base y D la distancia; el segundo lo determina la desviación de la lente y es según dijimos antes $\text{tang. } \alpha = \frac{d}{f}$; igualando, pues, ambos valores y despejando d resulta:

$$d = \frac{B \cdot f}{D}.$$

Dando en esta fórmula á B el valor de 40^m y á D todos los correspondientes á las distancias, variando de 50 en 50 metros por ejemplo, se obtienen para d valores que determinan las divisiones de la corredera á partir del cero correspondiente, inscribiendo, sin embargo, no el valor de la desviación, sinó el de la distancia que le ha dado origen. La segunda graduación se obtiene dando en la fórmula anterior á B el valor de 20 metros.

Como la distancia focal de la lente L es de metros 1.20 y el desplazamiento máximo de dicha lente es $0^m,06$, las distancias mínimas que pueden medirse con este telómetro, son: 800^m para la base de 40^m y 400 para la de 20 ; la primera apreciación á ojo, hará, pues, saber ante todo qué base debe emplearse en cada caso. Debe notarse que el mínimo de 400 metros no es inconveniente para la artillería, pues á distancias menores, es fácil la apreciación á ojo y el pronto arreglo del tiro y además estas distancias inferiores constituyen, en lo general, casos excepcionales en el empleo de las bocas de fuego.

32. *Telómetro de Gautier.*—Este aparato mide por su seno el ángulo opuesto á una base cuya longitud se determina directamente, y está por lo tanto incluido en el tercer grupo, para el caso en que la incógnita es hipotenusa de un triángulo rectángulo. Debe notarse, sin embargo, que por la manera práctica de operar, no será siempre rigurosamente recto el ángulo opuesto á la distancia que se quiere medir; pero vamos á probar que en tanto que el ángulo que forma la distancia con la base, no difiera del que debía formar si el triángulo fuese rectángulo en más de 8° , puede tomarse por valor de la distancia el que arroja la fórmula correspondiente del tercer grupo.

En efecto, si el triángulo $A B C$ (fig. 23) (bis), fuera rectángulo en B : la incógnita $A C$ vendría dada por la expresión:

$$A C = \frac{A B}{\text{sen. } C}.$$

Supongamos ahora que B difiere poco de un recto, y tracemos $A D$ perpendicular á $B C$; en el triángulo $A D C$ se tendrá:

$$A C = \frac{A D}{\text{sen. } C}$$

pero como el triángulo $D A B$ dá,

$$A D = A B \cdot \cos. D A B$$

se obtendrá, substituyendo en la expresión anterior:

$$A C = \frac{A B}{\text{sen. } C} \times \cos. D A B.$$

Aumentando y restando en el segundo miembro $\frac{A B}{\text{sen. } C}$ y haciendo sencillas transformaciones, resulta, en fin:

$$A C = \frac{A B}{\text{sen. } C} - \frac{A B}{\text{sen. } C} (1 - \cos. D A B).$$

Para el valor máximo asignado al ángulo $D A B$, ó sea para 8° , la diferencia comprendida en el paréntesis es menor que 0,01, puesto que se tiene

$$\cos. 8^{\circ} = 0,9903$$

y por lo tanto

$$1 - \cos. 8^{\circ} = 1 - 0,9903 = 0,0097 < 0,01.$$

De aquí se deduce que para valores menores de 8° el valor del paréntesis será aún más pequeño, y por lo tanto, que el término sust. activo de la fórmula anterior no llega, entre los indicados límites, á valer una centésima parte de la distancia buscada, por lo cual, la expresión antes hallada

$$A C = \frac{A B}{\text{sen. } C}$$

será un valor por exceso de la distancia con un error menor que su centésima parte, y la fórmula hallada para el tercer grupo

$$D = b \cdot \frac{1}{\text{sen. } a}$$

es aplicable siempre en este telémetro. La base b cuyo límite superior es $\frac{1}{40}$ de la distancia, se mide directamente en el terreno, y el aparato dá, como veremos oportuna-

mente, el valor de $\frac{1}{\text{sen. } a}$. Queda, pues, reducida á una multiplicación sencilla, el cálculo de la distancia.

33. El telémetro está constituido (fig. 24) por dos espejos planos verticales M y M', de los que el segundo es fijo; el espejo M vá montado sobre una palanca Q que puede girar alrededor del punto P por la acción de un tornillo c cuya cabeza B sale al exterior; una señal de referencia permite situar el espejo M de modo que forme con el M' un ángulo de 45° ; para hacer visible esta señal hay practicada una abertura en la parte inferior de la envuelta del telémetro.

En un tambor A giratorio alrededor del eje del aparato, está montado un prisma de cristal, de ángulo refringente muy pequeño, cuyo objeto se verá más adelante; el exterior de este tambor está graduado, y un índice R situado en la parte fija permite hacer las lecturas.

Por último, un pequeño anteojó L sirve para dirigir las visuales, pudiéndose reemplazar por un sencillo ocular H en el caso en que el objeto visado esté en malas condiciones de iluminación.

34. Para comprender como debe operarse y qué papel representa el prisma antes citado; supongamos que se quiere medir la distancia A C (fig. 25); haciendo estación en A con los dos espejos formando 45° , se verá por doble reflexión en C' la imagen del punto C, siendo recto el ángulo C A C'; fijando, como luego veremos la dirección A C' se mide en ella una base A B de 30 metros, por ejemplo, y haciendo nueva estación en B, se forma, como antes, el ángulo C B C'' también recto. Con esta série de operaciones se ha formado un ángulo C' B C' igual al C, por tener sus lados perpendiculares; moviendo los espejos hasta que la imagen C'' se viera en la primitiva dirección A C', podría medirse el ángulo C; pero como este ángulo, en general, será pequeño y el movimiento de los espejos

que lo mide ha de ser solo la mitad, se comprende que un pequeño error en esta medida pudiera traerlo muy grande en la distancia buscada.

Para obviar este inconveniente, se ha recurrido al prisma, de que antes se hizo mención; la sección principal de este prisma, (fig. 25) (bis), es un triángulo rectángulo $\triangle abc$ de catetos muy desiguales y cuyo ángulo refringente b es muy pequeño, por lo que será también pequeña la desviación producida en los rayos luminosos. Si sobre el cateto ab incide normalmente un rayo de luz SI , atravesará el prisma y emergerá en la dirección IL_1 , aproximándose á la base; el observador que reciba este rayo desviado, percibirá el objeto en su prolongación IL_1 y á poca distancia de la posición verdadera, por cuanto, según queda dicho, la desviación es muy pequeña. Si se hace girar el prisma alrededor del rayo incidente, el emergente y su prolongación describirán una superficie cónica cuyo ángulo en el vértice $L'I L_1$ (doble del de desviación) será pequeño, y como este ángulo corresponde á un giro de 180° en el prisma (posición abc), podrán apreciarse sin error sensible, pequeñas variaciones de la imágen.

En el telémetro que nos ocupa, el ángulo en el vértice de dicho cono es solo de 3° , y por lo tanto, á cada grado de desviación en la imágen, corresponden 60 de rotación en el prisma, pudiéndose apreciar fácilmente desviaciones menores de un grado.

35. Dos métodos principales pueden seguirse para operar con el telémetro de Gautier, que son: con *visual por doble reflexión* y con *visual directa* y en cada uno de ellos á su vez, puede usarse *base fija* ó *base variable*.

PRIMER MÉTODO.—VISUAL POR DOBLE REFLEXIÓN

36. *Procedimiento á base fija.*—Colocado el prisma

de manera que el índice R, (fig. 24), marque en el tambor A la graduación *infinito*, en cuyo caso la desviación aparente es nula, y los espejos M y M' en ángulo de 45° , se hace estación en el punto A, (fig. 25). Obtenida en C' la imagen del punto C, se busca en la dirección A C' una señal natural bien definida; si en esta dirección no se encuentra ninguna señal conveniente, se mueve el espejo M por medio del tornillo hasta encontrarla, y como esta separación no puede ser mayor de 8° sobre los 45 que ya marcaban, se puede, como hemos dicho al principio, seguir considerando como rectángulo el triángulo que se forma en el terreno; si aún así no se encontrase señal conveniente, se coloca un hombre á 200^m de distancia, que es el que se toma como señal. En la práctica conviene que el ángulo C A B no sea recto sinó agudo, para que la distancia A C pueda considerarse en todo caso como hipotenusa de triángulo rectángulo. Ahora bien, como de encontrar buena señal cuando A C' forme con A C un ángulo recto, debe emplearse en los espejos el ángulo de 45° , para usar dicha señal, la distancia A C pasa entónces á ser cateto y vendría dada en función de la tangente que no dá el aparato; más como siempre el ángulo C ha de ser muy pequeño, puede tomarse sin gran error el seno que dá el aparato por la tangente y obtenerse para la distancia un valor que diferirá poco del verdadero. Resulta, pues, de lo dicho, que en todos los casos, sea cualquiera el ángulo de los espejos, puede emplearse la fórmula que en el párrafo 32 queda expresada.

Obtenida ya de un modo ú otro la señal natural (que se vé directamente á través del prisma) se hace coincidir con ella la imagen C' mediante tanteos convenientes; siendo M la señal natural, se tiene así determinada la dirección A M en cuya prolongación se mide la base A B; haciendo estación en B sin mover los espejos, se obtiene la imagen C" del punto C, la cual por el movimiento del prisma se

hace coincidir con la dirección primitiva A M, obteniéndose una graduación en el tambor de la que podría deducirse el valor de C y por lo tanto el de $\frac{1}{\text{sen. } C}$; multiplicando este valor por la longitud de la base se obtendría la distancia. Más para evitar estos cálculos sobre el terreno, se les efectúa de antemano y se inscriben sobre el tambor á partir de la graduación *infinito* los valores de la inversa del seno correspondiente á cada giro del prisma; basta, pues, en la práctica multiplicar la longitud de la base por la lectura del tambor. Por ejemplo, si con una base de 30 metros, el tambor marca la graduación 40, se tendrá:

$$A C = A B \times \frac{1}{\text{sen. } C} = 30 \times 40 = 1200^m.$$

37. *Procedimiento á base variable.*—El procedimiento que se acaba de explicar, dá un valor de la distancia afectado de los errores de medida y de lectura; el primero procede de la medida de la base y como esta no excede por lo común de 40 metros, puede ser despreciable el error de su medición, pues que esta podrá ejecutarse, sin gran trabajo ni pérdida de tiempo, casi con exactitud. No así el error de lectura que se comete cuando el índice no marca una graduación exacta del tambor; en efecto, suponiendo variables de 10 en 10 dichas divisiones y la base de 40 metros, al pasar de una división á otra, la distancia varía en 400 metros, y por lo tanto, si el índice queda entre dos divisiones y hay que apreciar á ojo parte de la lectura, puede llegarse á cometer un error hasta de 100 metros.

El procedimiento á base variable, tiene por objeto hacer nulo el error de lectura, con lo cual, la distancia vendrá solo afectada del de medida de la base; se empieza para ello por apreciar á ojo y sobre poco más ó menos la distancia que se quiere medir, no importando se cometa en esta apreciación aunque sea un error de 400 á 500 metros; se

ñja después un tipo de base, 40 metros por ejemplo, y dividiendo la distancia apreciada por 40 se determina un cociente que estará comprendido entre dos divisiones del tambor, adoptándose de éstas la más próxima al cociente hallado. Por ejemplo, se ha apreciado que la distancia que debe medirse tendrá unos 1300 metros, que divididos por 40, dá un cociente entre 30 y 40 y más próximo al primero que al segundo; pues 30 es la división que se elije para operar como vá á verse.

Sea A C, (fig. 26), la distancia desconocida; colocado el observador en A procede de un modo idéntico al que se ha dicho antes, hasta conseguir que la imagen C' del punto C coincida con la señal natural M; acto seguido y sin cambiar de posición, se hace girar el prisma hasta que el índice marque la graduación exacta que precedentemente se determinó por la apreciación á ojo, con lo que la imagen C' se desplaza y pasa á ocupar la posición C₁; se retrocede ahora en la dirección M A, notándose que la imagen C, tiende á volver á la posición C'; así se continúa hasta llegar á un punto B en que la imagen vuelva á verse en coincidencia con la señal M; basta medir entonces la base A B y multiplicarla por la graduación exacta de que se ha partido.

Si la práctica del operador es escasa y no le permite apreciar ni aún groseramente el valor á ojo de la distancia puede operarse del modo siguiente; obtenida la coincidencia de C' con M, se hace girar el prisma hasta marcar una división exacta pero arbitraria, y se retrocede hasta llegar á un punto en que la coincidencia anterior vuelva á existir. Si para conseguirlo hay que retroceder más de los 40 metros poco más ó menos, el giro dado al prisma es excesivo y hay que disminuirlo; si, por el contrario, la base resulta pequeña, se ha girado poco el tambor y debe aumentarse la rotación. De este modo y con dos tanteos á lo más, puede obtenerse para el tambor una graduación conveniente, operando después como queda dicho.

38. *Visual directa*.—Se emplea este método, cuando las condiciones de iluminación del objeto visado no permiten verlo claramente por doble reflexión, ó también cuando á la izquierda de la dirección A C no se encuentra ninguna señal natural, pero sí la hay á la derecha.

39. *Procedimiento á base fija*.—Para operar en este caso, se hace estación en el punto A, figura 27, dando frente al punto C, que se vé directamente á través del prisma, y de manera que los rayos luminosos procedentes de la señal *m*, puedan entrar en el aparato, viéndose por doble reflexión su imagen en el punto *m'*; se obtiene por tanteos la coincidencia de dicha imagen con el punto C y marcada así la dirección A M se mide en ella la base A B. Al colocarse ahora el observador en B, la imagen del punto *m* la verá en *m''*, formándose un ángulo C B *m''* igual al A C B, bastando ya girar el prisma hasta obtener la coincidencia de C con *m''*; el resto de la operación se ejecuta como en el primer caso del método anterior.

40. *Procedimiento á base variable*.—Tiene también por objeto hacer nulo el error de lectura, y exige la misma apreciación preliminar que ántes se ha dicho (37), para obtener un valor exacto y conveniente de la graduación del tambor. La manera de operar la indica la (fig. 28), en la que después de obtenida la coincidencia de C con *m'* se ha hecho girar el prisma la graduación determinada de antemano, marcándose así la dirección A *m*; se retrocede después en la dirección A *m* hasta un punto B en que vuelva á obtenerse la coincidencia del objeto y señal natural; se mide la base A B y se termina la operación como ya se ha explicado.

La graduación del tambor puede también obtenerse por tanteos del mismo modo que se dijo en el primer método.

CAPÍTULO CUARTO.

TELÉMETROS APLICABLES Á LA ARTILLERÍA DE COSTA.

41. *Distanciómetro Suttleworth.*—Este aparato, empleado en las baterías de Gibraltar, no es otra cosa que un telémetro de depresión, y por lo tanto, se le aplica la fórmula del segundo grupo

$$D = H . \frac{I}{\text{sen. } a}$$

en que H representa la altura de la batería sobre el nivel del mar.

42. Consta, (fig. 29), de un anteojo P que puede girar alrededor de un eje horizontal M describiendo un plano vertical; invariablemente unido al anteojo vá un cuadrante graduado A B, cuyo cero corresponde á su intersección con el eje óptico de dicho anteojo; por último, una alidada *a* giratoria alrededor del punto P, lleva un nóio para hacer las lecturas y un nivel de burbuja N para colocarla horizontal; todo el aparato vá sostenido por unos montantes colocados á su vez sobre un trípode, lo que permite instalarlo donde sea necesario.

43. Para medir una distancia con este aparato, se dirige con el anteojo una visual á un punto conveniente del buque enemigo; se coloca después la alidada horizontal y se hace la lectura del ángulo, bastando consultar una tabla calculada de antemano, que dá los valores de la distancia para cada ángulo de depresión.

44. *Telómetro de Chvedoff.*—Es también de depresión y utiliza, por lo tanto, la misma fórmula que el anterior. Está formado, (fig. 30), por un anteojo A móvil alrededor de un eje horizontal E y colocado en unos montantes unidos á una meseta, móvil á su vez alrededor de un eje vertical E'; un nivel de burbuja N colocado sobre el anteojo, lleva el tubo graduado teniendo el cero en el punto medio y sirve para medir el ángulo de depresión conociendo previamente á cuantos segundos equivale cada división del tubo; por último, como en el telómetro anterior un trípode sostiene el aparato y le hace fácilmente transportable.

45. Dirigiendo una visual al buque cuya distancia se quiere apreciar, aprovechando para ello los movimientos combinados alrededor de los ejes E y E', basta hacer la lectura correspondiente al punto medio de la burbuja por la fórmula $\frac{D + I}{2}$ en que D é I son las lecturas correspondientes á los extremos derecho é izquierdo de la burbuja.

Una tabla, que acompaña al aparato, dá para cada valor del ángulo, el correspondiente de $\frac{I}{\text{sen. } a}$; multiplicando este valor por la altura de la batería, se obtiene la distancia buscada.

46. *Telómetro Starke* —También es de depresión, pero considera como distancia incógnita, no la visual dirigida como en los telómetros anteriores, sinó su proyección horizontal sobre el nivel del mar; su fórmula, es, pues,

$$D = \frac{H}{\text{tang. } a}.$$

Consta de un anteojo A montado en dos collares C y C'. de los que el primero puede cabecear, y con él el anteojo alrededor de un eje ó charnela horizontal a ; un tornillo de rectificación t , sirve para igualar la altura de los

collares al rectificar la horizontalidad del eje óptico: El segundo collar C' vá unido á un tornillo micrométrico M de cabeza graduada, provisto de un índice i para hacer las lecturas; un nivel N con su tornillo de rectificación sirve para colocar horizontal la meseta en que se apoyan los collares, y en fin, todo el aparato puede girar alrededor de un eje vertical.

47. El procedimiento que se sigue para medir una distancia con este telémetro, consiste en hacerlo girar alrededor del eje vertical, hasta que el plano, también vertical, que contiene al eje óptico del anteojo pase por el punto conveniente del buque enemigo; moviendo el tornillo micrométrico M , se hace cabecear el anteojo alrededor de la charnela α , hasta que la visual pase por el indicado punto. Haciendo las lecturas de las vueltas y fracciones de vuelta del tornillo, y conociendo el paso de este, podría determinarse el ángulo de depresión, y por lo tanto la distancia; pero estos cálculos se han hecho por anticipado y vá con el aparato una tabla en que, para valores de los movimientos del tornillo micrométrico se obtienen los de $\frac{I}{\text{tang. } \alpha}$ que es preciso multiplicar por la altura de la batería.

48. Este aparato; empleado en la plaza alemana de Pola, está incluido en las instrucciones que para el servicio de las baterías de costa, son reglamentarias en España, por cuya razón se le describe en este estudio; otro tanto decimos del que vá á describirse á continuación, usado en la plaza, también alemana, de Kiel.

49. *Telémetro Hahn.* Puede clasificársele á la vez en el tercero y quinto de los grupos teóricos anteriormente estudiados; pertenece al tercero, porque mide el ángulo opuesto á la base, por su tangente; y es del quinto por llevar en sí la base.

Sobre tres sólidos pilares de mampostería, (fig. 32),

elevados á la altura del pecho de un hombre, vá cimentado un carril circular C, cuyo diámetro varía de 2 á 5 metros, según los aparatos. Una armazón de madera E giratoria alrededor de un eje vertical que pasa por el centro del carril, sostiene la base, cuya longitud es $2\frac{1}{2}$ ó $5\frac{1}{2}$ metros; un volante *m* que se maneja á mano, pone en movimiento un sencillo mecanismo de poleas y cadenas sin fin, que sirve para dar rotación al aparato; para facilitar este giro lleva la base unos rodillos que descansan sobre el carril circular.

En el extremo izquierdo de la base y con su eje óptico perpendicular á ella, vá fijo un anteojo A; en el extremo derecho hay otro anteojo A' montado en dos collares *a* y *b*, de los que el primero puede girar sobre un eje vertical y el segundo vá unido á una tuerca horizontal en que engrana un tornillo micrométrico M de cabeza graduada.

50. Dos operadores se necesitan para medir una distancia; el primero, valiéndose del volante *m*, hace girar todo el aparato hasta que la visual dirigida por el anteojo A pase por el punto del buque que se elija al comenzar; conseguido esto, el segundo operador, que ha seguido en su movimiento al extremo derecho de la base, dá vueltas al tornillo M hasta que la visual dirigida por el anteojo A' pase por el mismo punto que la del primero. Como los calculos se han hecho de antemano, y en las divisiones del tambor se han inscrito las distancias correspondientes, basta hacer la lectura para tener el problema resuelto.

Debe notarse que el cero del tambor corresponde á la posición en que el eje óptico del anteojo A' es perpendicular á la base.

51. *Aparato para seguir la marcha del barco y apreciar la dispersión de los disparos.*—Consiste sencillamente en un sector graduado de un metro de radio, cuyo cero corresponde al extremo izquierdo del arco y emplazado en posición horizontal de un modo permanente; alrededor del

centro de un arco, gira una alidada con su correspondiente nóvio y sobre la que vá montado un anteojo.

Conocida con anterioridad la orientación del rádio del sector que pasa por el cero, se comprende que si al mismo tiempo que con un telémetro se mide la distancia á que está situado un buque, se dirige á él una visual con el anteojo del sector, la graduación de éste y la distancia medida bastan para conocer en cada momento sobre el plano, la situación y marcha del buque.

Análogamente se procede para apreciar la dispersión de los disparos, dirigiendo las visuales á los puntos de caída de los proyectiles y conociendo previamente la graduación correspondiente al punto que se quiere batir.

FIN.

INDICE.

	PÁGINAS.
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO PRIMERO.— <i>Definiciones y clasificación fundamental</i>	5
CAPÍTULO SEGUNDO.— <i>Descripción y manejo de los telémetros tipos</i>	12
CAPÍTULO TERCERO.— <i>Telémetros para artillería de campaña</i>	21
CAPÍTULO CUARTO.— <i>Te'ómetros para artillería de costa</i>	35

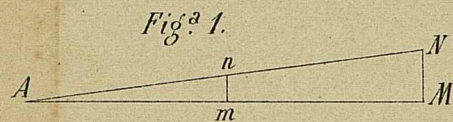


Fig.^a 1.

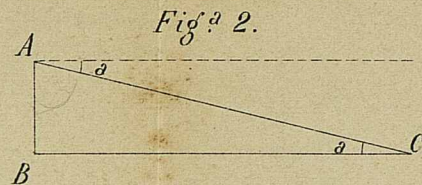


Fig.^a 2.

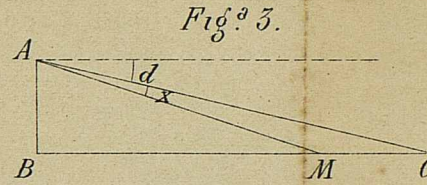


Fig.^a 3.

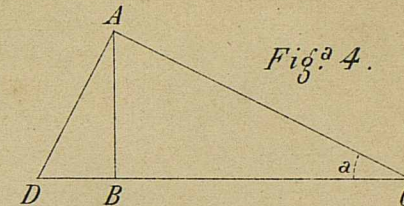


Fig.^a 4.

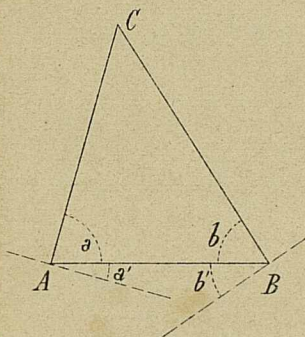


Fig.^a 5.

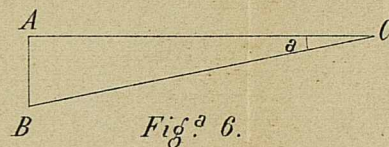


Fig.^a 6.

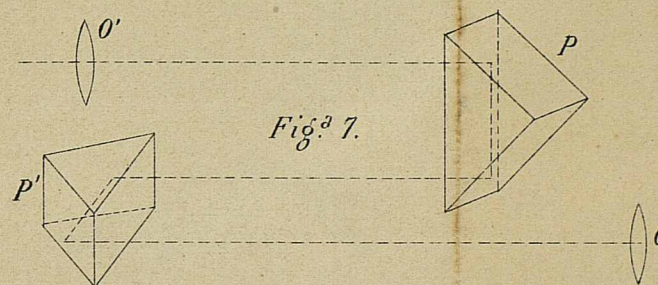


Fig.^a 7.

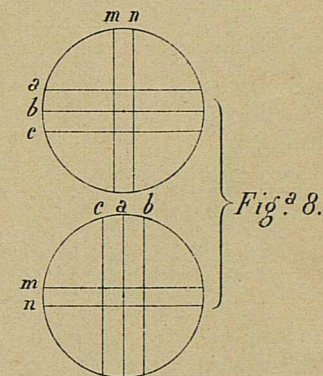


Fig.^a 8.

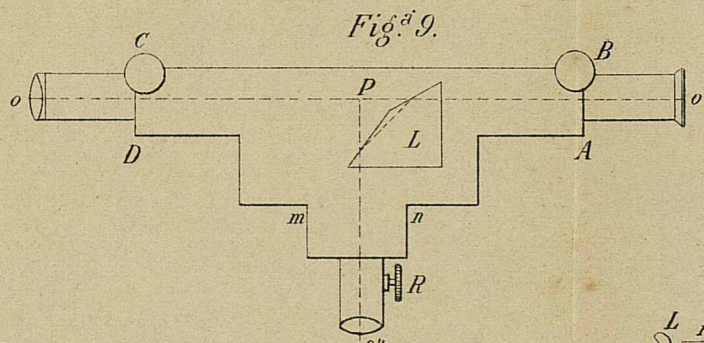


Fig.^a 9.

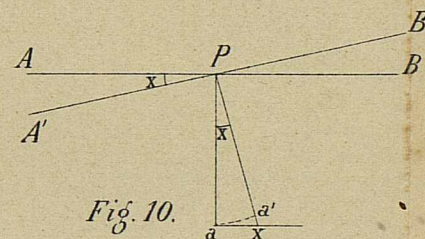


Fig. 10.

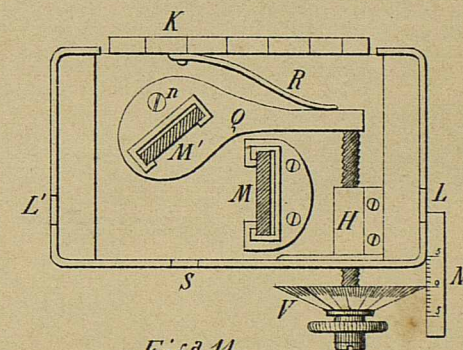


Fig.^a 11.

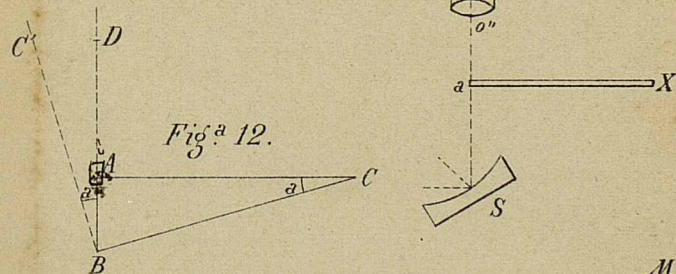


Fig.^a 12.

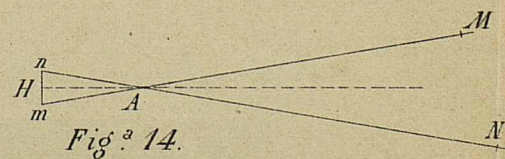


Fig.^a 14.

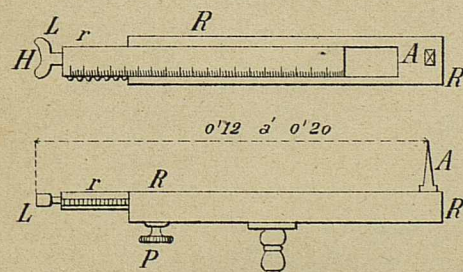


Fig.^a 13.

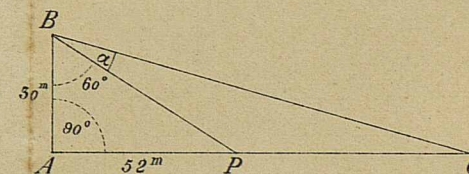


Fig.^a 15.

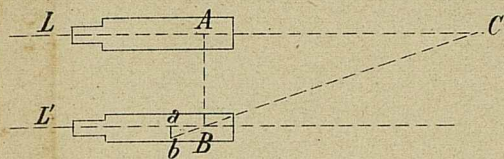


Fig.^a 16.

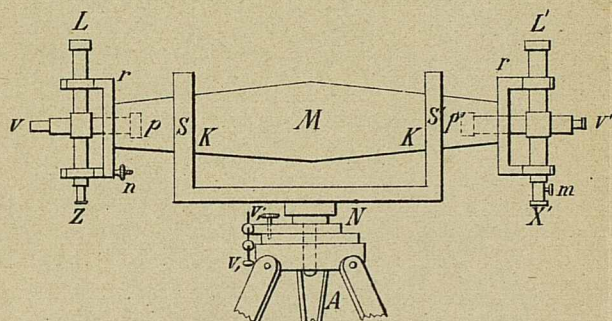


Fig.^a 17.

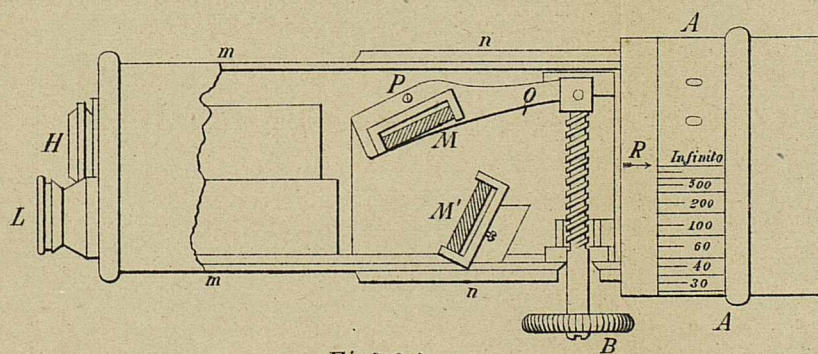


Fig.^a 24.

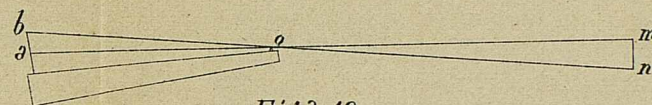


Fig.^a 18.

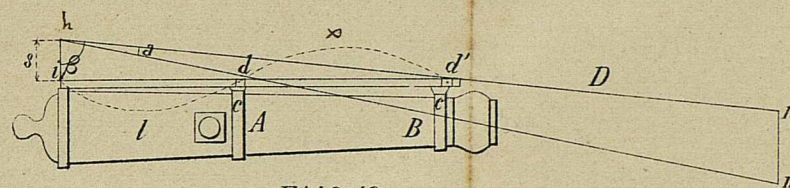


Fig.^a 19.

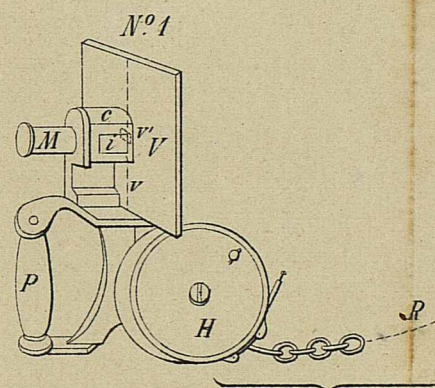


Fig.^a 20.

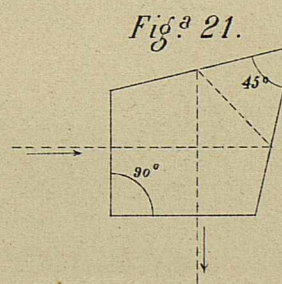


Fig.^a 21.

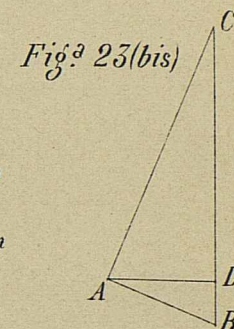


Fig.^a 23(bis)

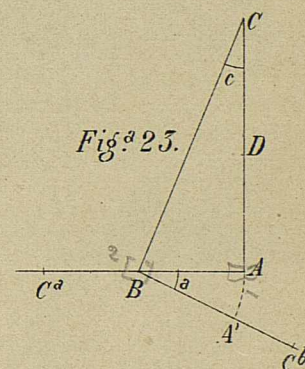


Fig.^a 23.

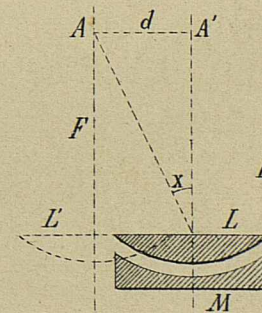


Fig.^a 22.

