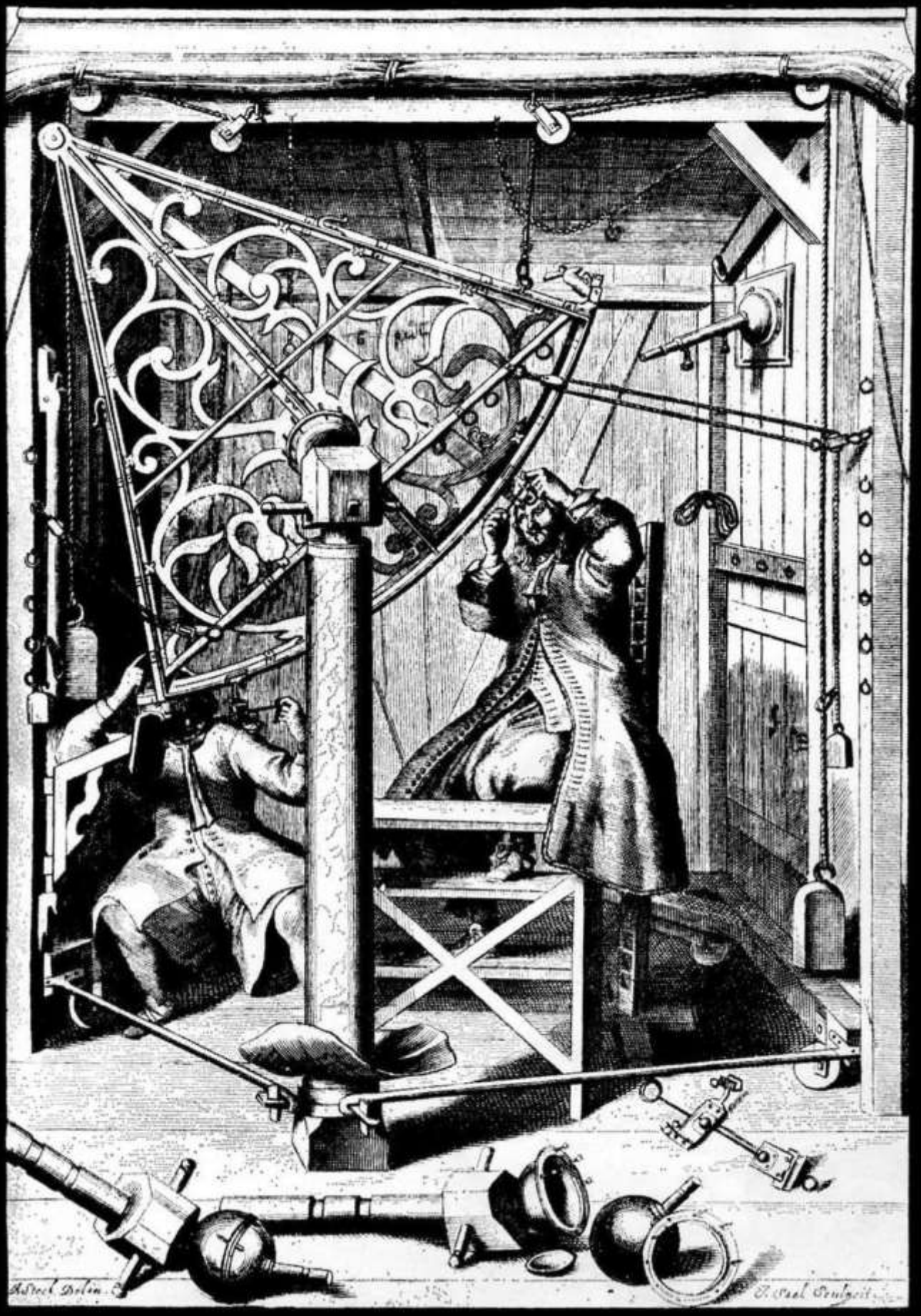
Inventores y fabricantes españoles de instrumentos

Por JOSE L. GARCIA-CUERVA TAPIA
Ingeniero Técnico en Topografía



Inventores y fabricantes españoles de instrumentos

Por JOSE L. GARCIA-CUERVA TAPIA
Ingeniero Técnico en Topografía

En este artículo, un tanto nostálgico, intentaré recopilar y reunir los datos dispersos de los constructores e inventores de instrumentos en el campo de nuestra técnica, todos ellos españoles, y comenzando en los principios del siglo pasado.

Es lástima que todos estos instrumentos no los podamos ver en la sala de algún museo, lo que sería muy interesante si, además, se desea que el recuerdo de estos destacados profesionales y científicos no termine por perderse, a lo que casi se ha llegado actualmente. Los datos necesarios para esta recopilación ha sido necesario buscarlos y rebuscarlos, pues casi todos los antecedentes están a punto de caer en el olvido y en manos de chamarileros. Alguna casa comercial de antiguo prestigio, que tiró a la papelera los antecedentes de sus trabajos en los primeros años, nos ha contestado, ante nuestra extrañeza, que estas cosas no dejan dinero, y como es muy posible que tengan razón, no pensando más que en ese lado material, se justifican nuestros temores de que queden para siempre perdidos.

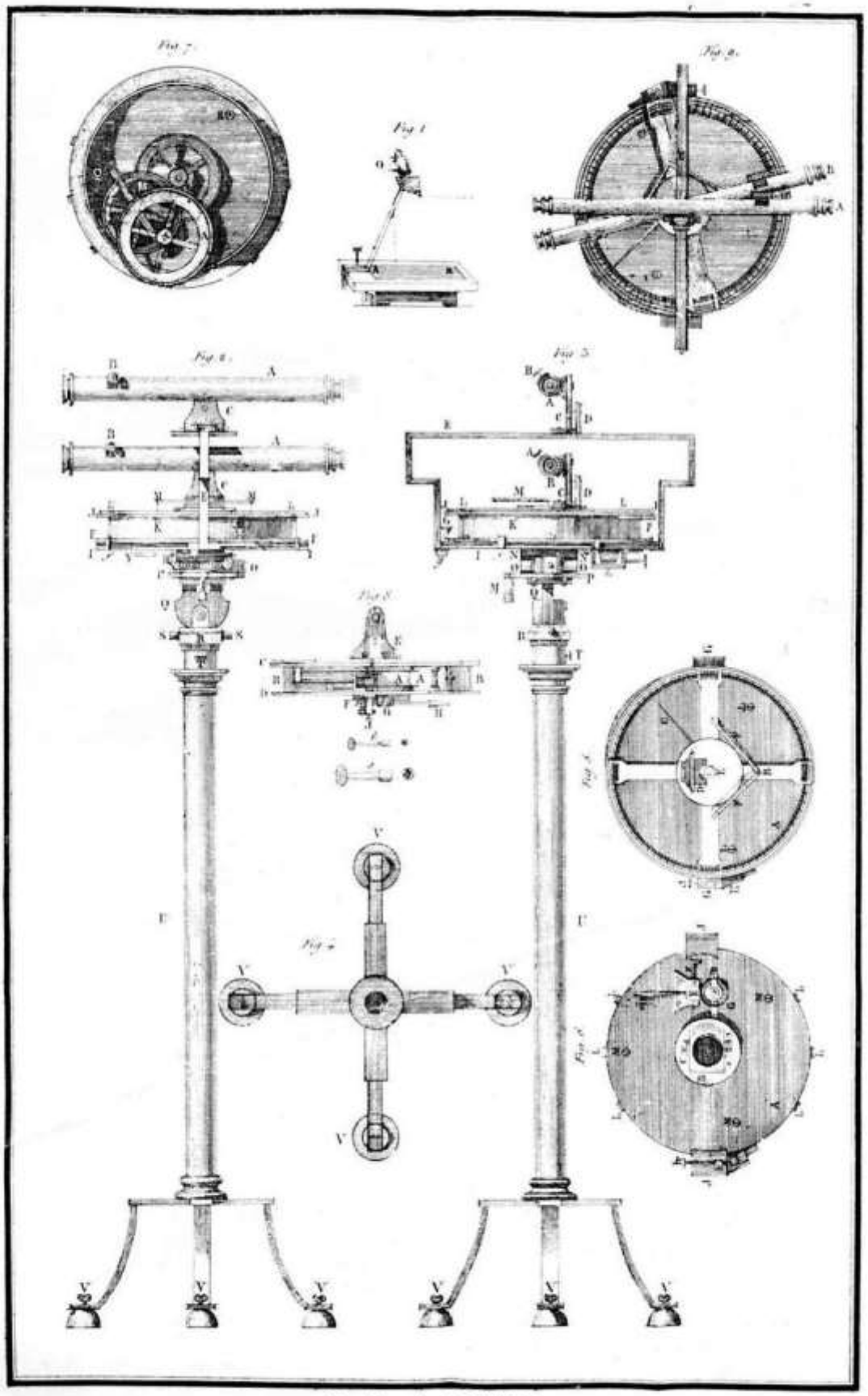
Es muy posible que a principios del XIX fueran fabricadas por algún taller español las llamadas brújulas de agrimensor, con las que fueron levantados los planos parcelarios de los agrimensores y del Catastro Topográfico Parcelario iniciado en la Comisión de Estadística, que habría de servir, a la vez, para la confección del Mapa Nacional; algunos de estos instrumentos llevan grabado el nombre de su vendedor, Joaquín Linares, Carretas, Madrid.

Estos instrumentos consistían en una caja de madera, generalmente de caoba, con una tapa deslizable por ranuras en cola de milano, que al ser destapada dejaba a la vista una brújula con limbo de plata de unos 12 centímetros de diámetro y dos niveles de burbuja, colocados ortogonalmente en dos de los lados. En un costado de la caja existe un sencillo anteojo con un retículo en cruz, montado sobre un tubo de sección rectangular, también de madera, que constituye una alidada de pínulas; solidario con este tubo un semicírculo graduado de latón marca por medio de un perpendículo el ángulo de elevación de la visual efectuada. Las distancias eran medidas con varas o cadenas. El instrumento se apoyaba en un bastón o trípode por medio de una rótula de nuez.

En el año 1819, el Padre Canellas, individuo de la Real Academia de Ciencias Naturales y Artes de Barcelona, y profesor de Náutica en la Real Casa Lonja de la misma ciudad, viendo que el círculo repetidor y otros instrumentos destinados a medir ángulos daban los segundos sólo de diez en diez y que era menester repetir varias veces las operaciones para obtener un resultado aproximado, inventó el «Precisivo» de Canellas, llamado así en honor a su precisión y al nombre del inventor.

Este Precisivo, del que existió un ejemplar en el gabinete de máquinas de la Real Junta de Comercio del Principado de Cataluña en el año 1820, consta de una caja de latón que encierra un mecanismo multiplicador del movimiento angular de dos excelentes «anteojos astronómicos y fuertes acromáticos acompañados de todos los vidrios necesarios, con sus correspondientes retículas, fabricados por el célebre artista óptico residente en esta ciudad, don Antonio Maglia». La multiplicación del movimiento se obtenía por medio de tres ruedas de latón engranadas entre sí, con las que podía leerse, por medio de un nonius, en el círculo graduado, grabado en la parte superior de la caja de latón circular, llamado roseta por su inventor, «la graduación de dos en dos segundos, y aún, sin necesidad de lente alguna, por ser bastante sensibles las partes de la división, estimarse las unidades de aquéllos», «una vez que la precisión de este instrumento llega a las unidades de segundos, por cuyo motivo dispuso el inventor fuese llamado El Precisivo; nunca habrá necesidad de repetir los ángulos en las observaciones verificadas con él para obtener los resultados exactos».

El punto débil de este aparato era que si se pretendía invertir y dar movimiento contrario al ángulo medido, para comprobar que no existía error, la natural holgura entre los engrana-



Precisivo de CANELLAS.

jes introducía un notable error que quedaba multiplicado por el mismo factor que empleaba para obtener medidas de tan pequeño valor angular.

Esto se pretendia subsanar con un difícil remedio, «siempre que manejado por un sujeto inteligente rectifique las posiciones de los anteojos y demás piezas de que consta y lo requieran antes de observar, y que dé la impulsión del movimiento según la dirección que corresponda». La figura 1 reproduce el grabado original de este instrumento geodésico.

Quizá, el Precisivo de Canellas fue la chispa que hizo germinar en el cerebro de Arturo Soria la idea de su Teodolito Impresor-Automático, basado en el mismo sistema de amplificar pequeños movimientos angulares por medio de engranajes, por cuyo motivo nos saltaremos el orden cronológico y dejaremos que el mismo inventor nos lo describa según el folleto explicativo que publicó en 1870 con el título de Teodolito Impresor-Automático de D. ARTURO SORIA, Oficial que fue del Cuerpo del Catastro. Secretario del Gobierno Civil de La Coruña. (Ver artículo sobre Arturo Soria en el núm. 21 de esta Revista.)

«Grande es el número de aparatos que la topografía emplea para la medicion de valores angulares, y muchas y variadas las modificaciones en ellos introducidas por diferentes ingenieros y constructores que han consagrado sus estudios teóricos y su esperiencia práctica al perfeccionamiento de instrumentos indispensables para el levantamiento de planos; pero en medio de la diversidad que, en su aspecto exterior, ofrecen todos ellos distínguense à primera vista pínulas ó anteojos para dirigir visuales á los diferentes puntos del horizonte y, para apreciar el ángulo que estas forman en el centro de estacion, un limbo graduado y su correspondiente nonius. Claro es que la exactitud de esta apreciacion depende de la magnitud del rádio del limbo y del número de divisiones de este y del nonius; así, pues, teóricamente puede obtenerse una aproximacion á la verdad, tan grande como se quiera, aumentando convenientemente el rádio del limbo.

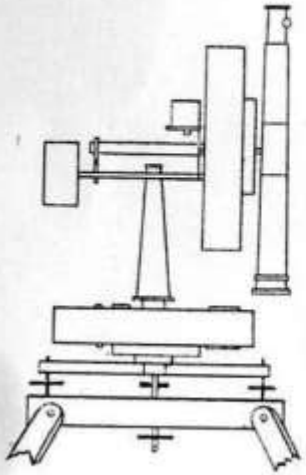
Esto es lo que hicieron los primeros astrónomos: mas ante los inconvenientes que presentaban los limbos de gran rádio, preciso fué desistir de su empleo, pues su enórme volúmen y consiguiente peso, además de dificultar el transporte y manejo, daban lugar á considerables errores de flexión por una parte, y por otra de desigualdad en las divisiones producida principalmente por la distinta composicion química y temperatura varia de los diferentes puntos del limbo. Mas adelante se fué acortando el radio á medida que el uso del nonius se generalizaba y las máquinas de dividir se perfeccionaban; y en nuestro siglo ha llegado á tal punto la destreza de los constructores, que con dificultad se concibe mayor exactitud en las reducidas dimensiones de los instrumentos topográficos.

Tan notables adelantos no bastan, sin embargo, á conseguir la perfeccion que el hombre para todas sus obras desea, y la descripción de un nuevo teodolito, que á continuación verán nuestros lectores, no tiene otro objeto que demostrar que es posible hoy dia dar un paso más en el camino del progreso de la ciencia topográfica. El teodolito á que nos referimos y que podemos llamar impresor-automático, difiere por completo de todos los instrumentos de la misma índole á los que aventaja notablemente: anula el error personal de lectura; permite hacer las observaciones que requiere el levantamiento de planos con gran exactitud de una manera sencilla y cómoda para el observador, y con economía de tiempo, y por consiguiente de dinero. Tal superioridad sobre los teodolitos usados hasta la fecha es debida á la supresion de una de las piezas juzgada hasta ahora indispensable en todo aparato destinado á medir ángulos, el limbo graduado: este se sustituye por un sistema de ruedas dentadas que transforman y multiplican los movimientos angulares del eje que sostiene el anteojo que por medio del limbo y del nonius se miden directamente.

No se detienen en esto las innovaciones, de las cuales la más importante es la impresión sobre una cinta de papel y en caractéres tipográficos de los valores numéricos de los grados, minutos y segundos de los ángulos observados.

Antes de pasar á la descripción del teodolito conviene indicar en qué consiste el sistema de ruedas dentadas á que antes aludimos, y de qué manera pueden leerse en cuatro círculos distintos las centenas y decenas del grado, las unidades de grado, los minutos y los segundos de un ángulo cualquiera.»

Sigue la descripción del mecanismo de ruedas y engranajes, pasando a continuación a decir sobre este asunto que los dientes de las ruedas dentadas pueden tallarse según diferentes curvas, lo que resulta de gran importancia para conseguir que la curvatura de su perfil al transmitir el movimiento no dé lugar al menor rozamiento por resbalamiento, con lo que los movimientos no serán exactamente los que corresponden a la relación entre los números de



Vista del teodolito.

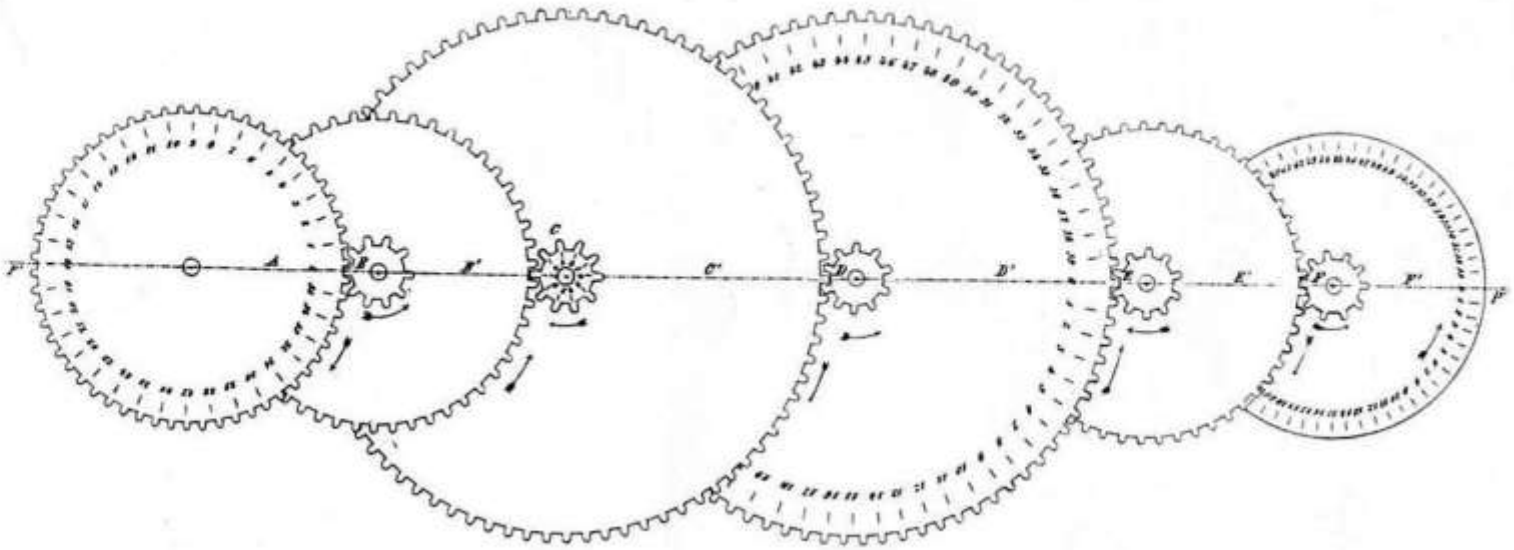


Fig.ª 2.

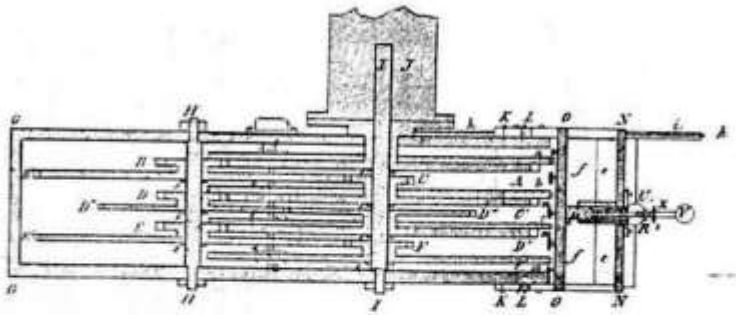
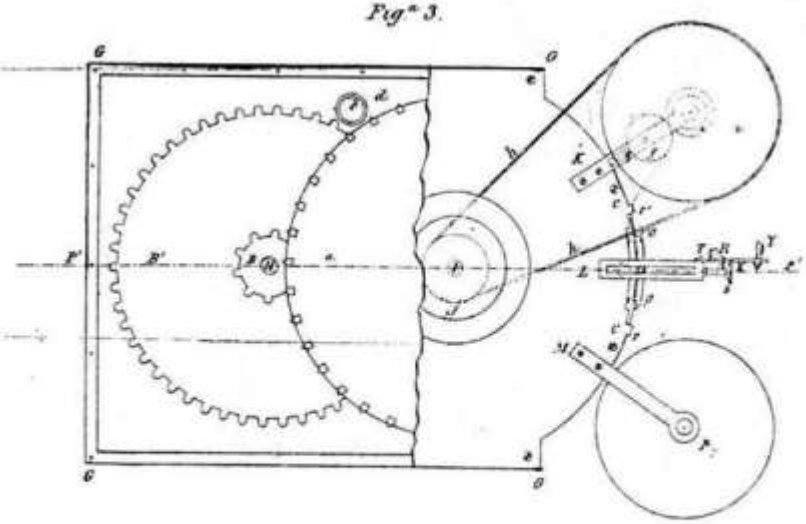


Fig.ª 3.



Teodolito Impresor Automático ARTURO SORIA.

los dientes, esto es, que el ángulo descrito por un radio de una de las ruedas en un tiempo dado no es igual al descrito por el radio del piñón. El arte de la relojería adopta para la forma de los dientes la epicicloide recta, que Arturo Soria considera suficiente, aunque con esta curva, el movimiento del piñón es variado al principio y al fin del contacto de los dietes; sólo es uniforme en el medio, es decir, cuando el punto, o mejor dicho la línea de contacto, coincide o se aparta muy poco de la línea de los centros. Este inconveniente queda suprimido por el empleo de los dientes helizoidales, los cuales tienen todas las ventajas de la epicicloide, sin ninguno de sus inconvenientes, por lo que decide deben ser con dientes helizoidales talladas las ruedas de su teodolito para que exprese con exactitud los grados, minutos y las decenas de segundos por lo menos.

Con este teodolito impresor-automático, que creemos no llegó a construirse ninguno, según el final de su folleto explicativo pretendía conseguir:

«1.º Impresion en caractéres tipográficos, y en una misma cinta de papel, de los valores numéricos de los ángulos horizontales, de los verticales y de las distancias de los puntos observados al centro de estacion.

2.º Representacion gráfica, y en otra hoja de papel, de las posiciones relativas de los diversos puntos observados proyectados sobre un plano horizontal, consiguiendo de este modo, con una sola série de observaciones, lo que con la plancheta haciendo estacion en dos puntos del terreno.

Si mis esperanzas se realizan, bastaria no más para alcanzar esto colocar el teedolito en estacion, dirigir visuales á cuantos puntos se desee y emplear para cada una de ellas dos movimientos tan sencillos como rápidos de una de las piezas del proyectado aparato.

El ideal de la topografía es la invencion de un instrumento que, reuniendo las ventajas de la plancheta, de la brújula, de la estadia, de los aparatos fotográficos, del telémetro y del teodolito, dé con rapidez y facilidad los valores angulares y las distancias expresadas en números, al mismo tiempo que la representación gráfica del terreno.

Si lo que llevo expuesto contribuye, por poco que sea, á la realizacion de este ideal y al adelantamiento de los trabajos topográfico-catastrales, veré satisfechos mis mayores deseos.

Arturo Soria.»

La figura representa el grabado del folleto explicativo.

La Ley de 19 de julio de 1849, disponiendo un solo sistema de medidas y pesas en todos los territorios bajo dominio de España, decreta en su artículo 3.º que el patrón del metro, que declara prototipo y legal, hecho de platino que se guardaba en el Conservatorio de Artes, fue calculado por don Gabriel Ciscar y construido y ajustado por el mismo y por don Agustín Pedraya.

En la Casa de Recarte (hijo), en Madrid, Carrera de San Jerónimo, 15, y Echegaray, 8, dedicada a la venta de instrumentos y útiles para la topografía, se celebraban tertulias por los entusiastas de estas ciencias, por los años 1890, a ellas asistía don Elzeario Boix y Llobateras, Ingeniero Jefe de primera clase de Caminos, Canales y Puertos y que puede considerarse como el padre de los celebrados Taquímetros de Trougthon et Simms, ya que él dio los dibujos, cálculos y explicaciones para que se construyera el primero en 1872, que sirvió de modelo y origen a los que siguieron fabricando dichos constructores para los «Topógrafos modernistas». En 1855 introdujo interesantísimas modificaciones en el Teodolito de Trougthon, que convirtió en el tipo de la casa de Rosell muy conocido y apreciado por los topógrafos catalanes de aquella época y del que se utilizaron algunos centenares en los proyectos ferroviarios. Aplicó posteriormente la medición directa de distancias según el método de Porro y convirtió en analático el anteojo de su Teodolito Adicionado, hizo a mano la regla logarítmica y construyó unas miras, aparatos que empleó en las obras del ferrocarril de Mérida a Sevilla y en el levantamiento del plano con curvas de nivel de la cuenca del Lozoya para el abastecimiento de aguas a Madrid, entre otros trabajos.

Como resultado de estos trabajos, de las ventajas de la división centesimal y de sus estudios, que publicó, sobre el analatismo y el empezar a usarse en España el taquímetro de Richer, propuso a Trougthon la construcción de uno debidamente dispuesto para la práctica de las operaciones; aceptada la propuesta, le remitió en seguida los oportunos dibujos y explicaciones necesarias para construir el anteojo, dimensiones, forma, distancias focales, disposición de lentes, etc., dando por resultado el tan celebrado taquímetro, cuyo modelo original tenía la brújula entera y no la declinatoria simple, como posteriormente modificaron. El primer ejemplar de los taquímetros construidos por Trougthon fue para el señor Boix, que pagó por él unas 1.000 pesetas. Estos taquímetros tuvieron gran aceptación vendiendo la Casa Re-

carta desde 1872 a 1894, 42 de tres pulgadas, 67 de cuatro, 139 de cinco y 32 de seis pulgadas; en total, 280.

La fabricación española más importante de instrumentos corresponde a la firma Laguna, de Zaragoza.

En el año 1880 tenía don Atilano Bastos Ansart, Comandante de Infantería, un pequeño taller mecánico en la calle Manifestación; interesándose por la construcción de aparatos geodésicos y por su gran amistad con su compañero de armas, don Amado Laguna de Rins, constituyen la razón social «BASTOS Y LAGUNA», montando un nuevo taller en la calle de Puigcerdá (hoy Agustina de Aragón); tardó cerca de cuatro años en formar el personal especializado necesario para conseguir sus propósitos de fabricación de instrumentos, lo que lograron con grandes éxitos, obteniendo el primer Diploma de Honor en la Exposición Aragonesa de 1885.

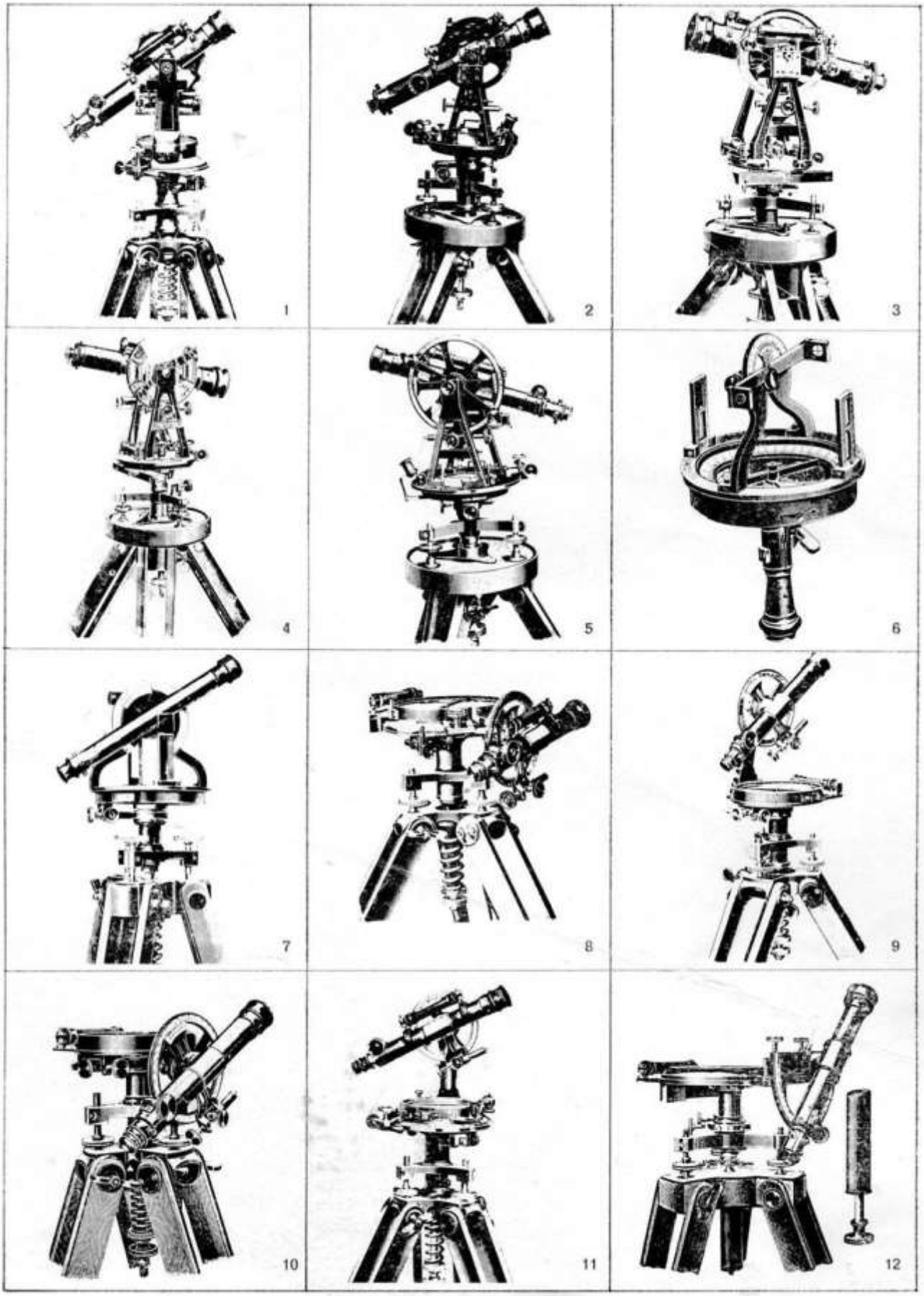
En el año 1897 se disolvió la sociedad, quedando íntegramente a nombre de don Amado Laguna de Rins, el cual construye y funda la primera fábrica de nueva planta en la calle denominada Camino de la Romarera (ahora del Doctor Cerrada), dedicada a la fabricación y construcción de APARATOS PARA LAS CIENCIAS, construcción de anteojos terrestres y aparatos de telegrafía óptica militar. Fallece don Amado Laguna de Rins en Zaragoza el día 20 de junio de 1907; sigue la industria con el nombre «Vda. Amado Laguna de Rins», estando al frente de la misma su hijo don Miguel Angel Laguna de Rins como Director Comercial, y su cuñado don Lorenzo Almarza Mallaina como Ingeniero Director de fabricación y construcción. El día 30 de abril de 1922 se transforma en Sociedad Anónima, ampliándose sus programas de fabricación inauguran en el año 1962 una nueva fábrica, modernizada, en el polígono industrial de Zaragoza, en la avenida de la Jota, fabricando con mayor preferencia que los instrumentos topográficos, artículos de ferretería, tornillería, piezas para la industria del automóvil, para empresas navieras, material ferroviario, fundición inyectada, material antideflagrante, etc.

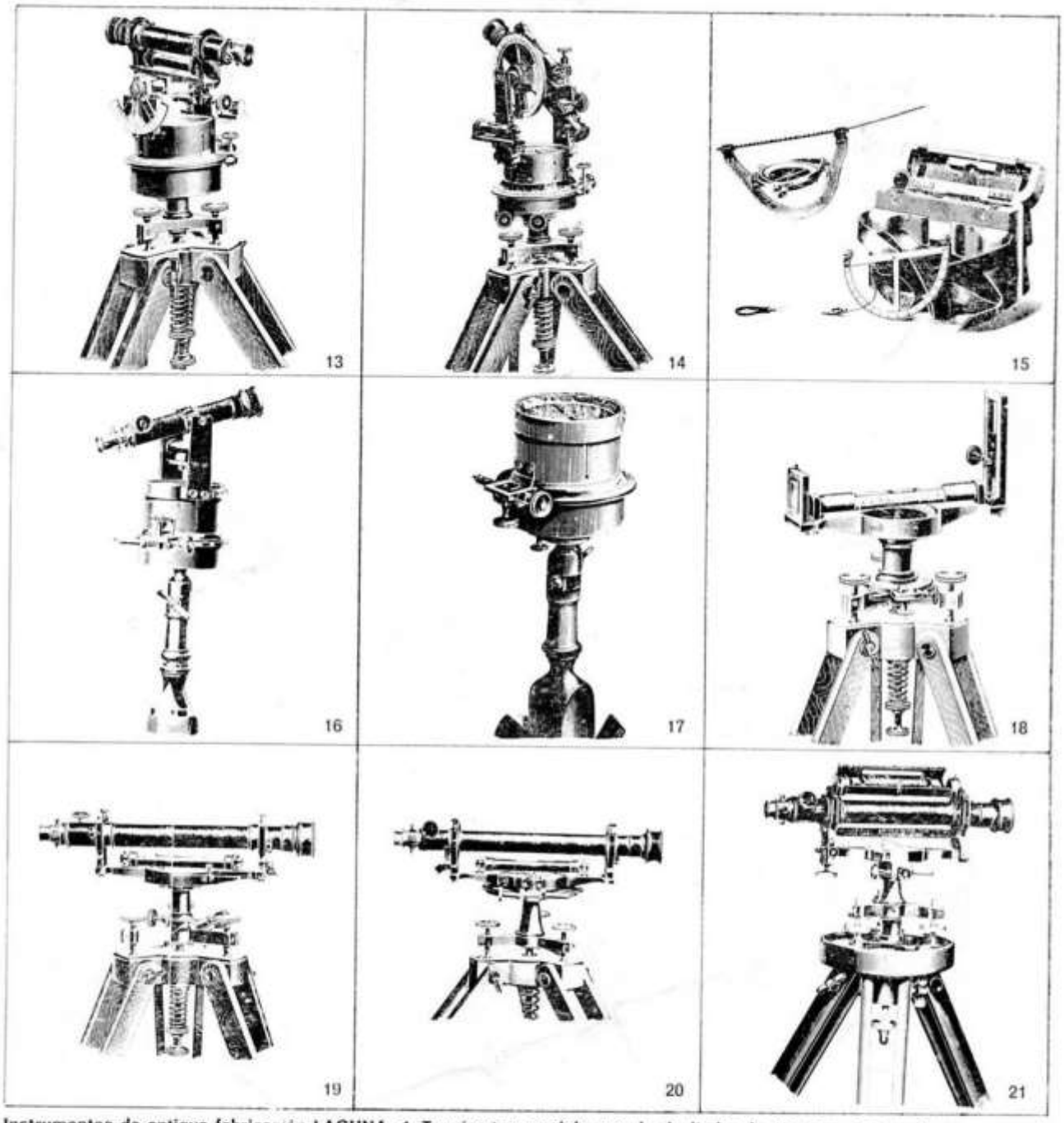
Fallecidos los anteriores señores, continúa en la actualidad la Sociedad Anónima Amado Laguna Rins, a cuyo frente está don Fernando Almarza Laguna de Rins, Ingeniero, Director General y Presidente del Consejo de Administración, y don Fernando Lozano Pardo, como Director Gerente y Secretario del Consejo.

En el año 1895, los señores Bastos y Laguna de Zaragoza, recibieron el encargo de construir el pantógrafo-planímetro, inventado por el Ingeniero de Montes don Eugenio Guallart.

Reproducimos algunos de los instrumentos fabricados por esta firma desde sus comienzos:

Instrumentos de fabricación actual de AMADO LAGUNA DE RINS, S. A., Brújula Taquimétrica Mod. T-259; Nivel con limbo de cristal Mod. T-53-II; Taquímetro Mod. T-849.

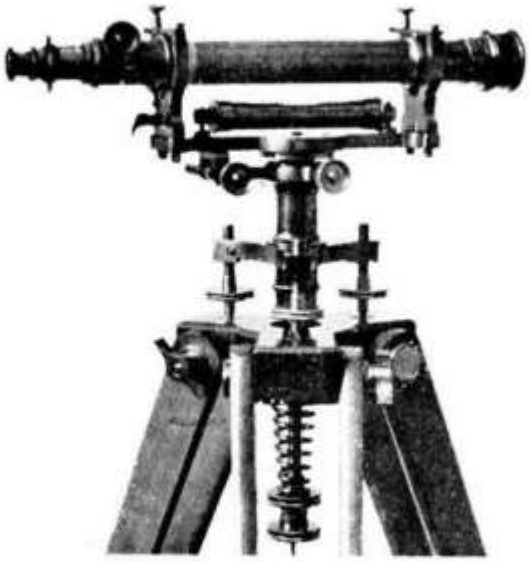

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12



Instrumentos de antigua fabricación **LAGUNA**: 1. Taquímetro, modelo grande de limbo de 154 mm. con nonius que aprecia 1' cubierto con brújula de 70 mm.; precio en 1912, 960 ptas. Otro mod. pequeño, de limbo de 125 mm. y brújula de 60 mm.—2. Taquímetro modelo parcelario, limbo horizontal troncocónico de 100 mm. de diámetro, dividido sobre plata con nonius que aprecia 1' centesimal, brújula de 65 mm.; precio en 1912, 490 ptas.—3. Taquímetro tipo inglés, limbo de cinco pulgadas con orientadora; precio en 1912, 945 ptas.—4. Taquímetro modelo especial para catastro, nivel de anteojo con espejo, limbos recubiertos, otro modelo llamado de bolsillo por su reducido tamaño.—5. Taquímetro en tres modelos de diferente tamaño de limbos y apreciaciones de 1', 20" y 10", anteojo telemétrico con vuelta de campana.—6. Brújula con limbo azimutal de 115 mm. aliada móvil y otra fija a 90°; precio en 1912, 100 ptas.—7. El modelo anterior con tres tornillos nivelantes y anteojo telemétrico de 24 cm; su precio en 1912, 205 ptas.—8.—Brújula teodolito, limbo horizontal de 14 cm. dividido en medios grados, nonius de 1' de apreciación, reiterativo y repetitivo, movimientos rápidos y de aproximación.—9. Brújula con limbo de aguja de 10 cm. de diámetro, dividido en medios grados, círculo vertical de igual diámetro, anteojo central telemétrico.—10. El mismo modelo con anteojo lateral.—11. Brújula teodolito de anteojo central, limbo de brújula de 8 cm., limbo vertical con nonius de 1' de apreciación, limbo horizontal de 14 cm.—12. Brújula limbo de 150 mm. de diámetro, anteojo lateral.—13. Pantómetra nivel con los usos de un nivel ordinario, limbos de plata, ocular Ramsden de 12 aumentos, 1' de apreciación en los limbos.—14. Pantómetra teodolito, anteojo de vuelta de campana.—15. Brújula para minas, modelo alemán, 75 mm. de diámetro con corrección magnética.—16. Pantómetra de limbo troncocónico, 2' de apreciación en su nonius, juego de nuez.—17. Pantómetra con brújula, limbo troncocónico plateado, nonius de 2' de apreciacin, pavonada y barnizada.—18. Clisímetro, sin anteojo, con una escala en la alidada mayor para pendientes hasta de 30 por 100.—19. Nivel de anteojo invertible de 37 a 38 cm. de foco, con brújula de 80 mm.—20. El mismo que el anterior con plato dividido y nonius de 1' de apreciación.—21. Nivel de precisión, anteojo astronómico invertible y susceptible de girar alrededor de su eje, abertura de 45 mm., foco de 43 a 44 cm., ocular Ramsden de 24 a 28 diámetros.

En el campo de los instrumentos, surge un nombre importante, que se transmite en tres generaciones hasta nuestros días, es el de BERDALA; don José Berdala Layta, fundador de la Casa, nació en Zaragoza el año 1875; se formó en su profesión de mecánica de precisión en el taller de los señores Bastos-Laguna, en Zaragoza, en donde llegó por sus méritos a oficial de primera; amplió sus conocimientos mecánicos con estudios técnicos, dibujo e idiomas, y en el año 1900 deja la fábrica Amado Laguna de Rins para instalarse por su cuenta en Zaragoza, en la calle Torrenueva, en donde instala un pequeño taller en el que comienza con modelos de aparatos topográficos y relojería de precisión.

Los éxitos que obtiene en la Exposición de Pequeñas Industrias celebrada en Zaragoza en el año 1902, en la que obtiene una medalla de primera clase y diploma de honor, así como en la exposición hispanofrancesa, celebrada también en Zaragoza el año 1908, en la que además de ser felicitado personalmente por S. M. el Rey Don Alfonso XIII, logra un primer premio y medalla de oro, le incitan a ampliar sus horizontes y se traslada a Madrid el año 1910, estableciéndose en la calle de Leganitos, 54 (hoy Duque de Osuna); allí construyó una serie de niveles de anteojo reversible y teodolitos tipo «Trougthon», así como una brújula de anteojo excéntrico para el Instituto Geográfico y Estadístico, que también usó los proyectores Berdala de 11 centímetros, de gas acetileno, que se emplearon para los trabajos geodésicos de la prolongación de la cadena de paralelo hasta el cabo Jubi, en 1928, y los de primer orden en Canarias y Marruecos en 1929.



Nivel BERDALA.

Taller BERDALA en Madrid.

Amplió su taller y construyó los estuches de comprobación de pesas y medidas para los Fieles Contrates del Reino, sito en aquellos años en el Ministerio de Fomento, y un facsímil metálico del kilogramo-tipo.

Se dedicó, asimismo, a la reparación de instrumentos y tuvo que abandonar la fabricación de los niveles y teodolitos al no poder competir con los precios de los instrumentos importados por fuertes firmas extranjeras.

Continuó en su taller construyendo para el Ejército los modelos de telegrafía óptica, heliógrafo y linterna de señales, con patente Berdala y de uso reglamentario, ayudándole en estos suministros la firma Amado Laguna de Rins, Sociedad Anónima, dada la importancia y volumen de algunos pedidos.

En el año 1928 traspasa el taller, ya únicamente de reparaciones, a don Julio Herrero, al cual continuó, a su vez, su hijo don Ernesto en los trabajos de reparaciones de instrumentos hasta hace muy pocos años, en que se ha cerrado el taller, dedicándose a partir de entonces la firma Berdala a la venta y reparación en Barcelona, en donde su hijo don Enrique Berdala Ceñito, Perito Técnico, se hace cargo de

la venta y adquiere en abril de 1931 el taller que tenía montado don Miguel Hidalgo, que por los mismos motivos que el señor Berdala, de la competencia extranjera, tuvo que abandonar la fabricación de niveles de anteojo, tipo Trouhthon, gemelos prismáticos y anteojos con los que ganó una merecida reputación. En este local de la calle Balmes, número 6, sigue actualmente la firma Berdala con la venta de instrumentos de las principales marcas extranjeras.

Brújula BERDALA.

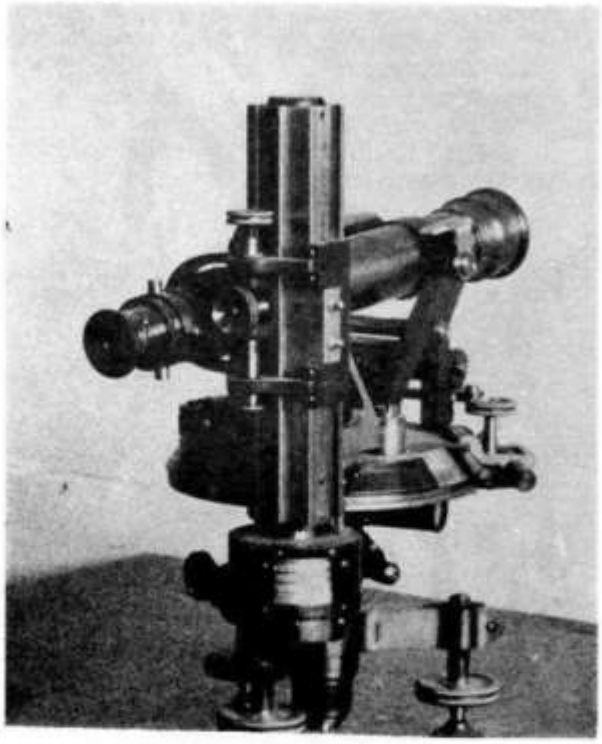
La tercera generación de la firma Berdala la constituyen don José Luis Berdala Trompeta, Ingeniero Industrial, dedicado exclusivamente a la reparación de aparatos topográficos de todas las marcas en su taller de la calle Expronceda, 331, de Barcelona, y su hermano don Jorge Berdala Trompeta, Profesor Mercantil y Técnico, también dedicado a la Topografía en su vertiente de venta de aparatos, material de topografía, dibujo, etc.

Al final del siglo pasado existía en Barcelona, en el Paseo de Colón, 12, un establecimiento con taller en el que J. Rosell fabricaba niveles y teodolitos Rosell, con medio círculo vertical y anteojo montado sobre pinulas, similares a los modelos franceses de su época, eran buenos aparatos, por lo que gozaron de gran estimación; al fallecimiento del señor Rosell, se denominó su taller Vda. de J. Rosell, dejando la construcción y dedicándose únicamente a las reparaciones.

Se fabricó, asimismo, en Barcelona por el año 1900 una pantómetra de anteojo, sin vuelta de campana, medio círculo vertical y limbo horizontal con un movimiento cardan y una abertura en ambos cuerpos, a modo de ventanas, con un pelo de crín de caballo como referencia. Su constructor, los señores Damau-Montero, abandonaron pronto esta fabricación.

Otro de los fabricantes de instrumentos formado también en la Casa Laguna fue don Isidoro Sánchez Sanjuán, que se instaló en la Ronda de Atocha (hoy avda. de Primo de Rivera, 16) de Madrid, en el año 1887. Fabricó con su nombre una brújula con anteojo excéntrico; las brújulas taquimétricas de Elola; el autoreductor numérico y el taquigrafómetro del Comandante de E. M., Más y Zaldúa, así como su intersectógrafo; el facsímil metálico del metro-tipo, conservado en la Oficina de Pesas y Medidas; el taquímetro autorreductor de M. F. (Mendizábal y Fungairiño). Abandonada la fabricación de instrumentos, en la actualidad su nieto don Alvaro Sánchez continúa al frente del negocio con la reparación de instrumentos, y principalmente con la venta de los aparatos que representa.

El taquímetro autorreductor de M. F., inventado por los señores don Alfredo Mendizábal y don Eduardo Fungairiño y construido por don Isidoro Sánchez, está dispuesto para medir ángulos horizontales o rumbos; inclinacio-



Taquímetro autorreductor M. F., de los Ingenieros de Caminos don Alfredo Mendizábal y don Eduardo Fungairiño (1912).

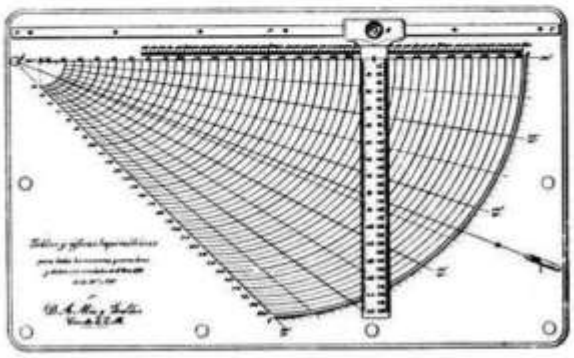
nes de la visual única de su anteojo, o sea, las tangentes naturales de los ángulos verticales y las distancias reducidas al horizonte.

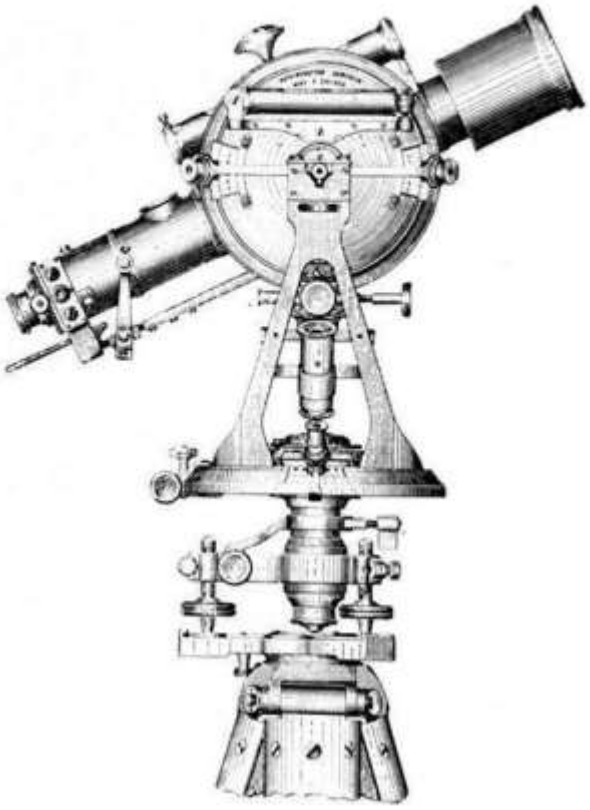
El limbo horizontal dividido en medios grados centesimales con su nonio permite lecturas directas de dos en dos minutos, alcanzándose fácilmente el minuto. El aparato es repetidor. Unido al limbo tiene la orientadora.

Para medir pendientes, la escala correspondiente da la segunda cifra decimal; el nonio por lectura directa da la tercera y por la claridad del grabado de sus escalas puede obtenerse a estima la cuarta.

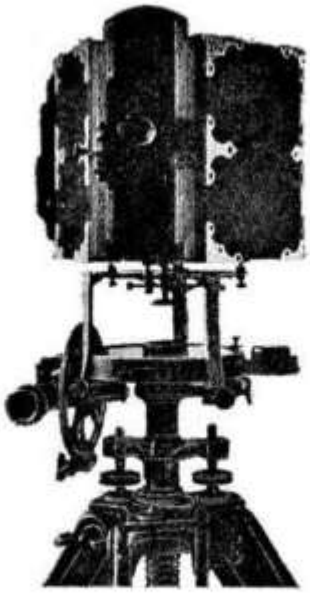
La distancia reducida al horizonte se lee directamente en el tambor del micrómetro. Se construyeron miras especiales para este aparato, pudiéndose efectuar con ellas observaciones de gran claridad a distancias de 2.000 metros. Este instrumento se vendía en el año 1913 con trípode y caja por el precio de 1.000 pesetas, y la mira de modelo especial a 38 pesetas; se empleó este instrumento en los trabajos del ferrocarril Zamora-Orense, en donde las dos brigadas que fueron equipadas con él obtuvieron mejores resultados que cuando usaron el Troughton.

Otro inventor con instrumentos construidos por don Isidoro Sánchez fue don Alejandro Más y Zaldúa, Comandante de E. M. encargado por la Comisión de Cuerpo de E. M. del levantamiento del plano en escala 1:20.000 de la frontera francesa, efectuó este trabajo en el año 1902 con una brújula Breithaupt, a la que montó encima una cámara fotográfica de forma piramidal de madera de nogal reforzada, en la que instaló un objetivo de Carl Zeiss, serie V, número 2. Posteriormente hizo la misma operación con un taquímetro de la misma marca; obtuvo un éxito en el levantamiento en este método «fototopográfico», inventó también para el transporte de los puntos al plano un aparato que denominó intersectógrafo, que con-



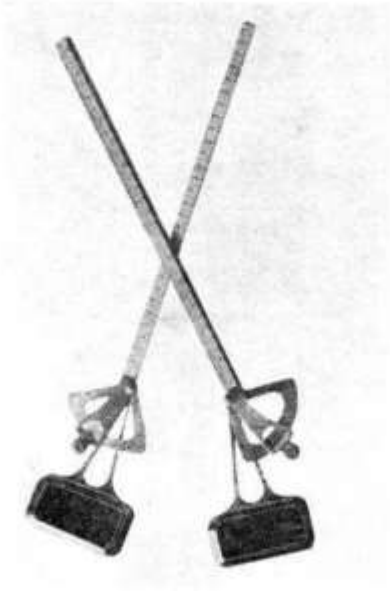


Autorreductor numérico de distancia y diferencias de nivel MAS ZALDUA.



Brújula Breithaups, modificada por don ALEJANDRO MAS ZALDUA para sus levantamientos de planos foto-topográficos.

sistía en esencia en dos transportadores y dos reglas graduadas.

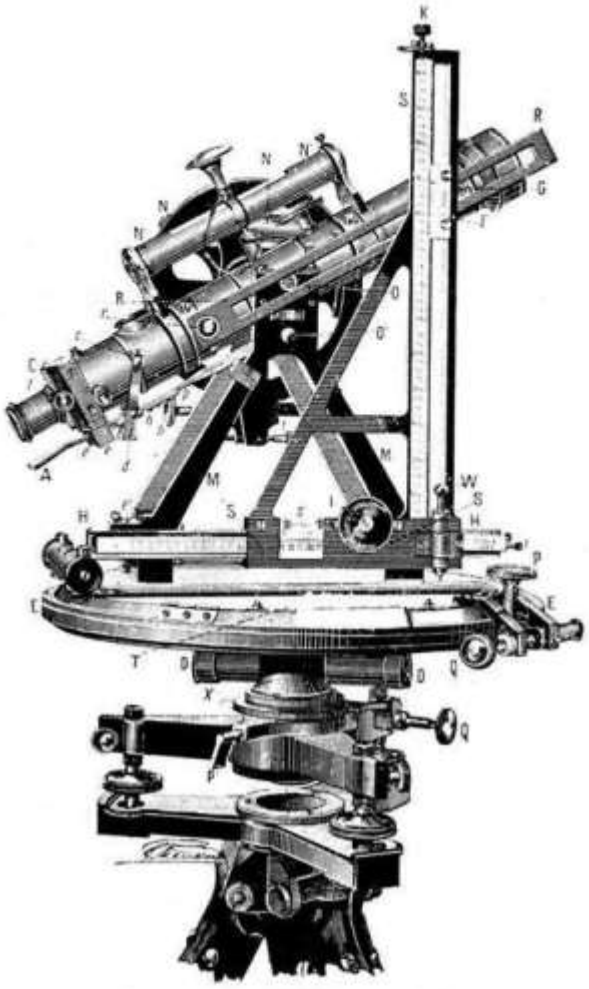


Intersectógrafo de MAS ZALDUA, modelo metálico con nonius.

El autorreductor numérico de la distancia y la diferencia de nivel, proporciona estos datos por la lectura directa de la mira, dando además en el diagrama la inclinación de la visual, pudiendo también usarse este aparato como un taquímetro ordinario. El anteojo, que puede dar vuelta de campana, de analitismo central, lleva óptica de Carl Zeiss de Jena. En la construcción de estos instrumentos, además del bronce, latón y metal blanco, se ha empleado una aleación muy resistente de aluminio para darles mayor ligereza.

El taquigrafómetro del mismo inventor y autor es exactamente igual al autorreductor en lo que respecta a la autorreducción, limbo cenital, anteojo y niveles, diferenciándose en la especial disposición de los ejes de los movimientos horizontales y del plato azimutal para conseguir que éste permanezca inmóvil, en la situación excéntrica del anteojo; en el aparato de proyección, consistente en una regla graduada y un nonio. Cada instrumento lleva un juego de reglillas y nonios para las escalas de 1:1.000, 5.000 y 10.000. Su precio era en 1910 de 2.300 pesetas. Mandó también construir dos modelos de taquímetros, el normal y ligero.

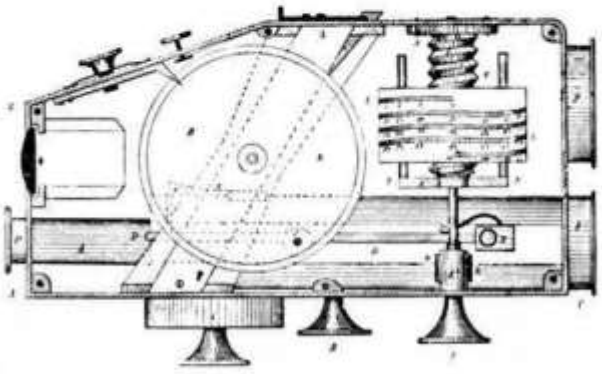
Entre los aparatos de topografía de aplicación militar citaremos el taquímetro de campaña de Gómez Vidal, construido por el año 1910, según se indica en la figura todos sus elementos van alojados en el interior de una caja pris-



Taquigrafómetro MAS ZALDUA.

mática. Consta de una brújula de limbo B' fijo a la aguja y de un eclímetro E, montados en la forma empleada por las brújulas Burnier; la apreciación de la lectura de rumbos o ángulos verticales es de medio grado.

Taquímetro de campaña de GÓMEZ VIDAL.

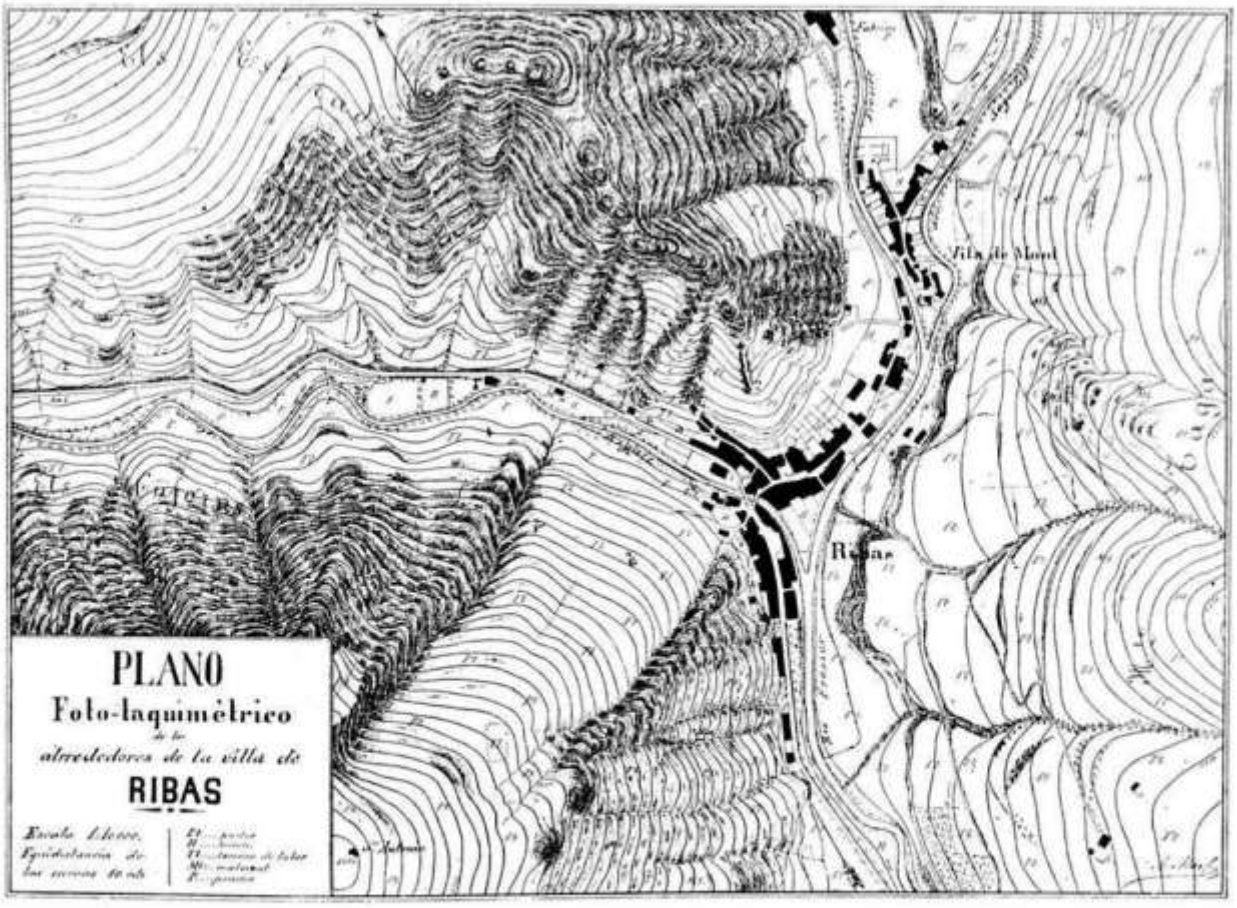


El telémetro es la parte más ingeniosa del aparato, consta de un anteojo y de un retículo fijo con su hilo horizontal y parte móvil con otro hilo paralelo a aquél, montado en una pieza rr., el telémetro se utiliza apuntando el hilo fijo a un extremo y el móvil (mediante el giro del tornillo T) al otro de una pequeña mira o a una persona, el ángulo que estas dos visuales extremas forman en el ojo del operador está medido con la apreciación de un segundo, por la apreciación de lo que el tornillo T avanza a partir de la coincidencia de los hilos fijos y móvil del retículo; por la escala del tambor L y una tabla que acompaña al taquímetro se obtiene la distancia. Pueden medirse distancias desde 10 metros. El taquímetro se emplea sobre un trípode.

Mención especial hemos de hacer con los aparatos inventados por el Coronel de E. M. don José de Elola y Gutiérrez, Director General, que fué por los años 1920, del Instituto Geográfico y Estadístico. Los aparatos fueron construidos, como ya se ha dicho, por Isidoro Sánchez. Su paso por el Instituto Geográfico dejó una marcada y beneficiosa huella por la inteligencia de sus obras y decisiones. Escribió una Planimetría de Precisión y un libro de Levantamientos y Reconocimientos Topográficos, que fue de texto en las Escuelas de Arquitectura e Ingeniería. Escribió también, bajo el pseudónimo de Coronel Ignotus, libros de ciencia-ficción, de filosofía, religión y novelas.

Quizá el aparato más interesante de los inventados por Elola sea la brújula-taquímetro, de la cual el Instituto Geográfico y Estadístico dio un elogioso informe el 12 de marzo de 1909, calificando de perfecto el ajuste cenital en las pruebas que efectuó en un itinerario desde el Puente de Vallecas hasta el Puente Ventas del Espíritu Santo de Madrid, «siendo el resultado, tanto planimétrico como de nivelación, exacto». Estas pruebas se verificaron con las miras permeables al viento del mismo autor, que no asistió a las pruebas.

Este aparato es de limbo fijo (montado en la aguja) y se caracteriza por la novedad esencial de que para el elemento magnético se ha

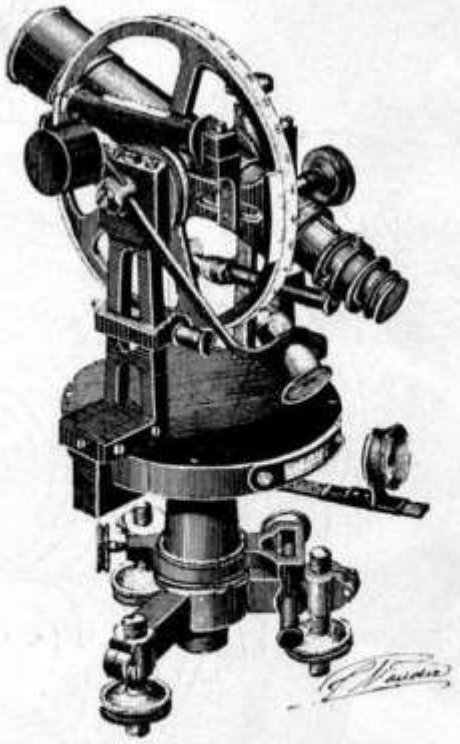


Plano levantado en 1902 por su firmante don ALEJANDRO MAS ZALDUA

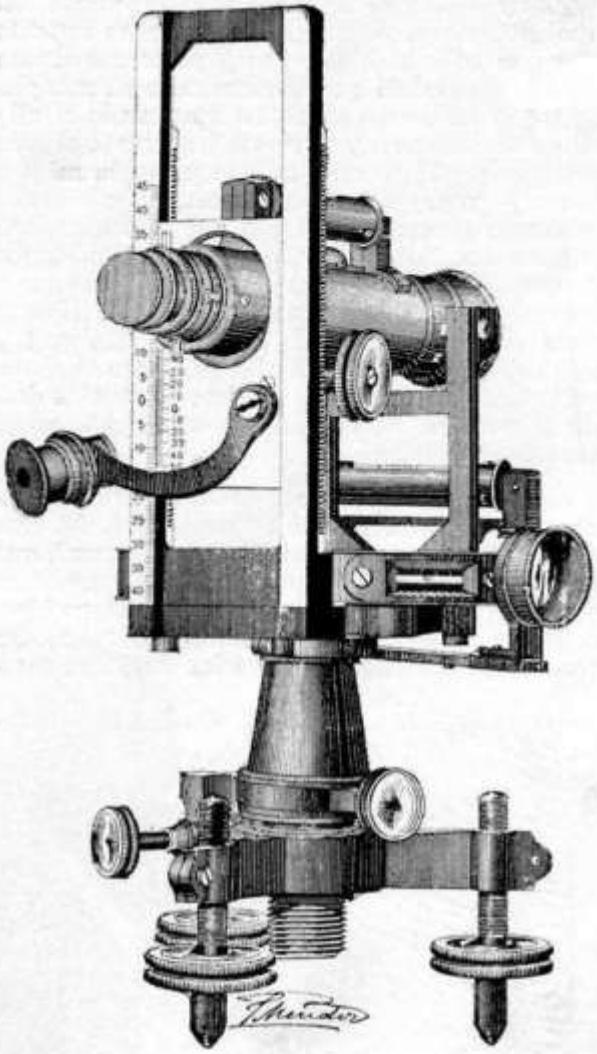
desechado la forma usual de aguja de doble púa, por su escasa energía para arrastrar un limbo al que se exige sensibilidad mucho mayor que el de las brújulas corrientes; y la de imán recto, empleado en algunas brújulas de escasa apreciación, porque su peso engendra grandes rozamientos en la suspensión; adoptando la de un vástago muy fino con dos ensanchamientos en los extremos, que aumentando las masas magnéticas en los polos dan al imán, sobrecargado con el limbo en escuadra de aluminio, sensibilidad de un minuto, desconocida hasta esa fecha en las brújulas. De aquí el nombre del aparato.

Otra interesante novedad es la de que el estilete de suspensión no se mueve cuando gira el anteojo, pues en vez de estar montado en la platina móvil lo está en el eje central de la plataforma nivelante, lo cual evita rozamientos de aquél con el ágata de la montura, el deterioro de ésta y entorpecimientos en el juego de la aguja.

El limbo, graduado en su superficie cilíndrica vertical en medios grados (sexagesimal o centesimal), va encerrado en una caja cilíndrica con ventanas diametrales que siguen al anteojo en sus giros azimutales. La lectura del rumbo se efectúa con un micrómetro de tres



Brújula-Taquímetro de ELOLA.



Brújula-Clisímetro de ELOLA.

trazos rojos, que comprenden espacios de 10' ó 0,20^c, grabados en los cristales que cierran las ventanas, mediante lente fija que aumenta unas cinco veces. La lectura es siempre con error menor de 2'

El anteojo, susceptible de vuelta de campaña, con objetivo luminoso y ocular Zeiss de 22 aumentos, relación estadimétrica 1:100 y 1:200, retículo invariable de cristal y trazos interrumpidos, en condiciones medias de luz se aprecia el centímetro en la mira Elola, entre 440 y 480 metros de distancia, y el medio centímetro entre 70 y 300 metros de distancia.

Eclímetro de limbo giratorio con el anteojo, apreciación de lectura siempre inferior a 20'' mediante microscopio compuesto de seis aumentos.

Con este instrumento el operador no tiene que moverse para efectuar las lecturas cenitales y azimutales, economizando tiempo y posibles tropiezos con las patas del trípode. El peso del aparato es de tres kilos.

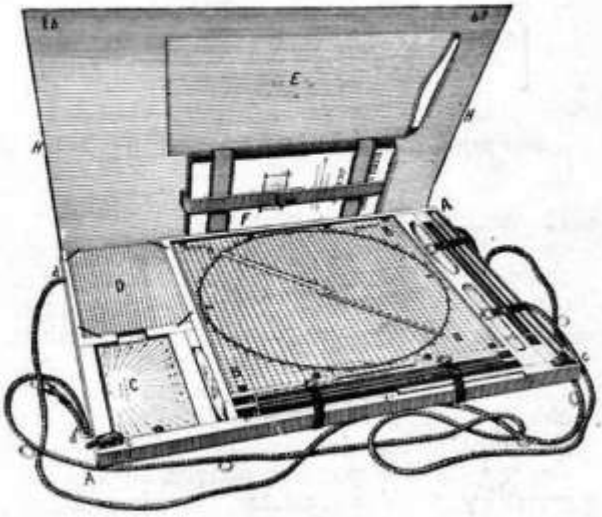
Tiene también este genial inventor la brújula nivelante de anteojo central.

La misma brújula-taquímetro fue construida como brújula clisímetro, sustituyendo el limbo eclímetro por una escala de pendientes naturales que permite obtener las distancias reducidas y las diferencias de nivel sin necesidad de tablas. Con el aparato se facilitan instrucciones para el manejo, algunas de las cuales de tipo general, como la de «antes de sacarlo de la caja, comiéncese por observar cómo está guardado», efectuar los movimientos para enfilar otra puntería con suavidad para evitar oscilaciones en la brújula, la conveniencia de que los movimientos se hagan haciendo la fuerza con la mano izquierda sobre el soporte del anteojo y nunca cogiendo directamente el anteojo, mientras la mano derecha mueve en altura el anteojo, y sujetar, apretando el correspondiente tornillo, la suspensión del imán al cambiar el instrumento de estación o al encerrarlo en su caja.

El precio de la brújula en el año 1909 era de 575 pesetas y el de la mira permeable al viento de 42,50 pesetas. Los instrumentos eran solicitados a su inventor, el señor Elola, en su domicilio, calle de la Princesa, 12, de Madrid.

Fue también muy usado (lo adoptó con ligera variación el Instituto Geográfico) el croquisador Elola-Recarte, según se observa en la figura, se apoyaba el tablero en el pecho, a la altura del esternón, se colocaban las «hojas transportadoras», y sobre ellas se determinaban los puntos radiados, midiendo las distancias en la escala de la reglilla metálica dividida en milímetros en sentidos opuestos a partir del centro. Estas hojas transportadoras llevan impreso el círculo transportador, con graduación centesimal o sexagesimal. Este aparato, en el año 1909, costaba sesenta pesetas. Los itinerarios se dibujan en las tiras cuadriculadas, que lleva alojadas el croquisador y se desarrollan con dos transportadores que, asimismo, lleva esta carpeta.

Croquisador Topográfico ELOLA-RECARTE



Vamos a describir, por último, la mira permeable al viento de este fecundo inventor, que por R. O. de 3 de enero de 1907 fue adoptada para los trabajos del Catastro del Ministerio de Hacienda, después de las reiteradas pruebas que distintos operadores hicieron en la Casa de Campo en mayo de 1906, por el autor en el paseo de Rosales en septiembre del mismo año con diversos aparatos, y en marzo y abril de 1907 con la brújula Elola.

Pretende esta mira reducir la presión ejercida por el viento y aumentar el alcance y aproximación empleando como unidad el centímetro. Consigue lo primero construyéndola de la forma que manifiestan las figuras: dos listones laterales y una tabla de igual longitud que ellos enlazadas forman una caja hueca de 3,10 metros de largo por 6 centímetros de anchura y 3 centímetros de profundidad, cerrada en la espalda por aquella tabla y abierta por el frente. Se cierra parcial e intermitentemente el frente por tabletas, pintadas de blanco de 10× ×6 centímetros, que dejan vanos entre sí en la caja, de igual tamaño que ellas, el fondo de la caja está pintado de negro, por lo que los vanos a la vista son negros, sustituyendo a tres de las tablitas blancas se colocan tras tablillas en blanco, rojo y negro, cada una de 10 centímetros de longitud y de mayor anchura que la mira, y las cuales señalan los decímetros undécimo, vigesimoprimero y trigesimoprimero, a partir del pie.

La tabla de la espalda está taladrada en la parte oculta por cada una de las tabletas blancas, con dos grandes agujeros.

Con esta disposición el viento tiene fácil salida por estos agujeros, siendo cuatro veces menor que el efecto ejercido en las miras corrientes. También se ha aprovechado el hecho de que aumentando la longitud de un trazo, de anchura determinada, crece la distancia a la que es visible dicho trazo y la claridad y lectura sobre él verificada, merced al alargamiento de las divisiones de las tablillas se obtienen en esta mira alcances y aproximaciones no conse-

guidos en las otras. El modelo corriente de esta mira no lleva numeración, ya que con ello se evita el caer en equivocaciones de lectura, muy frecuente en las numeradas.

Lleva la mira tres tablillas para que pueda utilizarse, aunque el ramaje oculte una, lo cual es frecuente, o dos, lo cual ya es más raro. Los bordes inferiores de ellas marcan 100, 200 y 300 centímetros; los superiores, 110, 210 y 310; las separaciones de rojo y negro, 105, 205 y 305; las divisiones anchas, 102, 104, 106, 108, 202, 208, 302 y 308, combinaciones con las que nunca hay que contar, sino tres divisiones para leer en las tablillas.

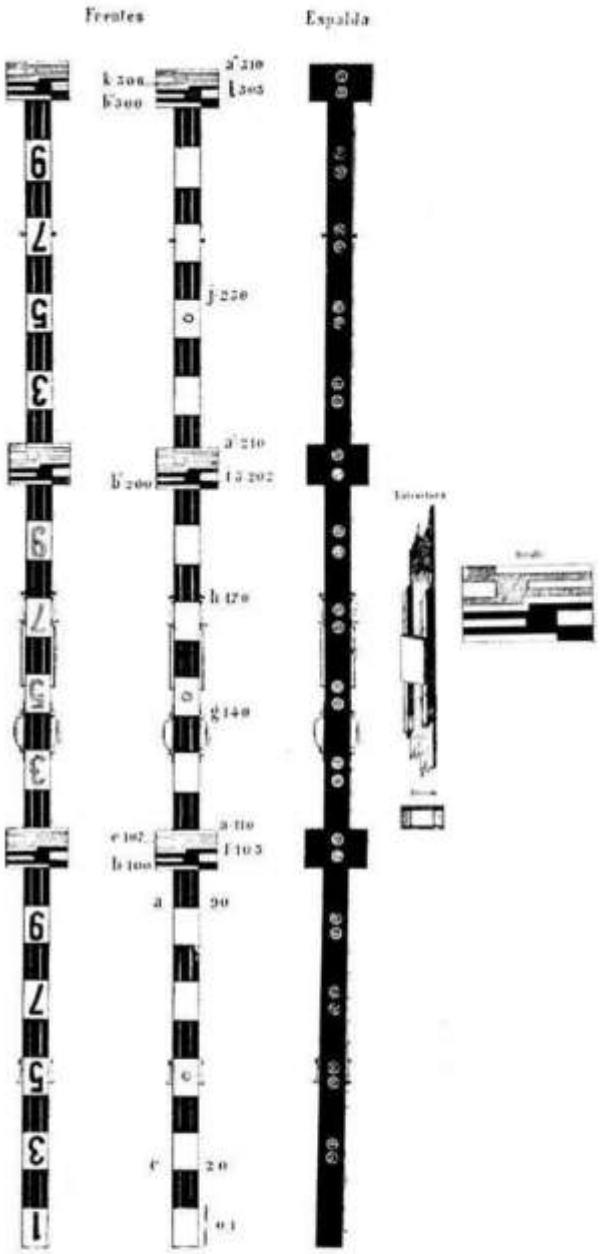
Los puntos rojos dan en el borde de la tableta más inmediata a ellos, lecturas 50, 150, 250, lo cual produce igual facilidad para la lectura del hilo que caiga en separación de grandes vanos, blanco y negro.

La mira se usa apuntando un hilo a una tablilla y moviendo el anteojo hasta que sin salir aquél de aquélla caiga el otro en separación de vano grande blanco y negro. Si los hilos son k y c, las lecturas serán en las miras de la figura, 306 y 20, y su diferencia 286. Si fueran i y j, 202,5 y 250, y la diferencia 47,5.

Por el interior de la mira cuelga una plomada visible, desde la parte posterior, por el portamiras que la sujeta por medio de dos asas. La mira se transporta, doblada por su mitad, por medio de charnela y por dos largos cerrojos planos montados en sus costados se mantiene rígida una vez abierta.

Una mira parecida a la anterior fue inventada por el señor Bentabol, Ingeniero de Minas, llamada mira telemétrica combinada de Bentabol; está constituida por dos reglas de madera de ocho milímetros de grueso y 340 centímetros de longitud, unidas por uno de sus cantos, formando un ángulo diedro de 90º; la cara interior de este ángulo diedro está pintada de negro mate y queda cubierta por unas tablillas de 20 centímetros de longitud, pintadas de blanco y que cubren intermitentemente la abertura del ángulo formado por las dos reglas a una distancia igual a su longitud de 20 centímetros; unos cartabones colocados también cada 20 centímetros dan solidez a esta armadura; quedan, por tanto, visibles por el frente tramos de 20 centímetros de blanco y negro, alternativamente, de las tablillas que cubren el diedro y del fondo de dicho diedro. Para facilitar la lectura, las tablillas blancas del metro central llevan un agujero en su centro que queda en negro por el color del fondo de las reglas.

Las dos tablillas, superior e inferior, tienen



Mira permeable al viento, con tres tablillas, de ELOLA.

12 centímetros de anchura, en lugar de 7, que es la de todas las demás, estando la superior dividida en fracciones de 10 y de 2 centímetros, o sea, en unidades de mira (2 cm.) y en cinco veces esta unidad, estando las negras pintadas sobre estrías o acanaladuras para evitar reflejos de luz. Por el interior de esta caja de sección triangular cuelga una plomada, cuyo peso queda en el interior de una de las cajas cerradas y es visible por una abertura posterior. Se construyó en dos modelos, uno de madera ple-

gado por su centro a charnela y otro metálico de chapa, en dos piezas enchufables.

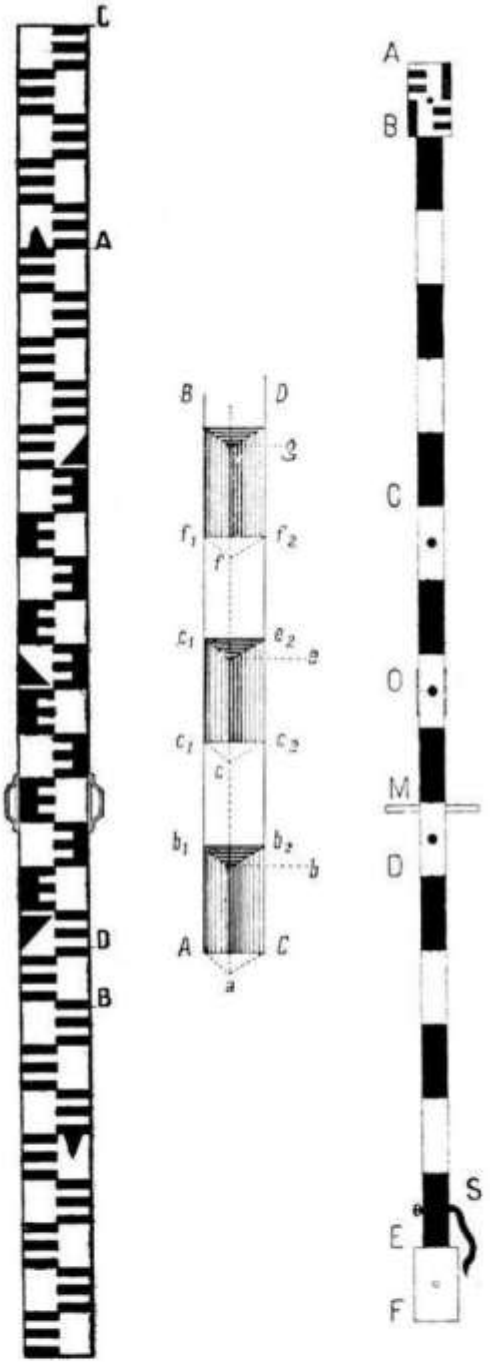
Para operar con esta mira se hace coincidir uno de los hilos del retículo sobre la tablilla superior y el otro sobre alguna de las aristas de división de las fajas blancas y negras. Se cuenta el número de divisiones grandes y el de las pequeñas comprendidas entre los trazos del retículo y se deduce la distancia en relación con el ángulo diastimométrico del anteojo.

También diseñó Bentabol una mira con numeración, plegada en cuatro trozos de un metro de longitud.

Las miras de todos estos instrumentos fueron fabricados por el señor Santamaría en la calle de San Simón, 6, de Madrid, que también construía cajas para las máquinas fotográficas y prensas, y por don Alonso Alvarez Mariano, que empezó trabajando para el anterior hasta el año 1913, en que se instaló por su cuenta en Santa María de la Cabeza, 35, también de Madrid. En la actualidad estos negocios, continuados por sus hijos, están a punto de desaparecer, ya que su carácter de artesanía no les permite competir en precio con la industria mecanizada de miras metálicas, aunque sí lo pueden hacer en calidad.

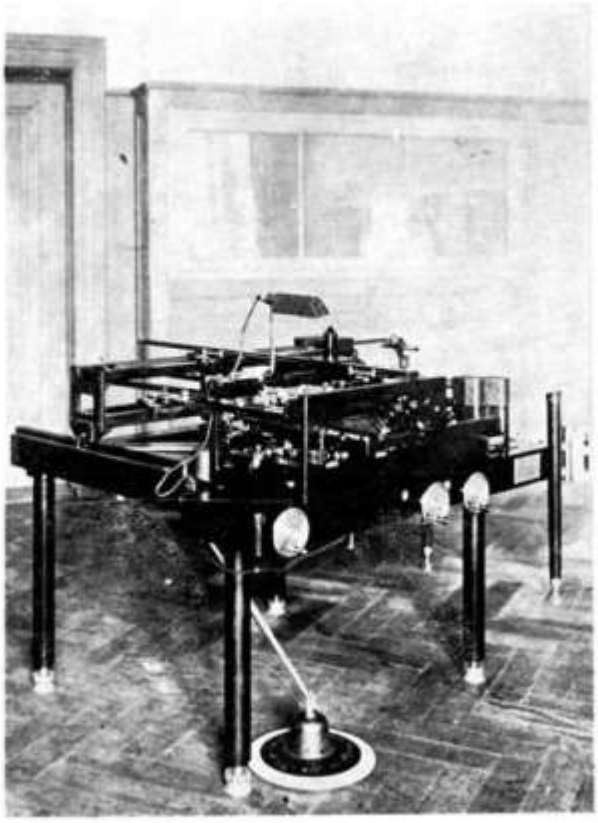
Con el mismo criterio de ser preferibles las miras sin números porque los números a cierta distancia, por bueno que sea el anteojo, no se destacan y entorpecen la visión de las divisiones, se fabricaba la mira de estadia de Gutiérrez Bedoya: es de dos cuerpos de madera de 1,50 metros cada uno, con un resalte lateral para que al plegarla no se roce la pintura de las divisiones, que están hechas en dobles centímetros; cada cinco decímetros se señala con un triángulo. Para hacer la lectura, se enrasa una cualquiera de las señales triangulares con un hilo, se cuentan las que de igual forma quedan completas hasta el otro, más los decímetros y los centímetros que hasta allí queden desde el último triángulo.

En el Congreso Internacional de Geografía, celebrado en Venecia (Italia) en septiembre del año 1881, se presentó como objeto para la enseñanza del sistema solar el aparato ideado poco tiempo antes del concurso por don Emilio Oppelt, de Alora (Málaga), llamado por su inventor el Cosmoscopio; en el cual, por medio de ingeniosos mecanismos, se producen y muestran en escala todos los fenómenos, dependientes de la posición, tamaño, movimientos y distancias recíprocas del Sol, la Tierra y la Luna, es decir, todas las estaciones, eclipses, movimientos singulares de estos astros, todo ello en su tiempo y medida. No tuvo tiempo el señor



Miras de BENTABOL.

Oppelt de construir un ejemplar con destino a la Exposición, y no poseyendo más que el primero, que ya habían examinado e informado favorablemente varias corporaciones competentes, envió en su lugar una fotografía de tamaño natural acompañada de una memoria explicativa del aparato. El jurado no quiso juzgar por una fotografía y no obtuvo premio.



Coordinatógrafo ORDOVAS.

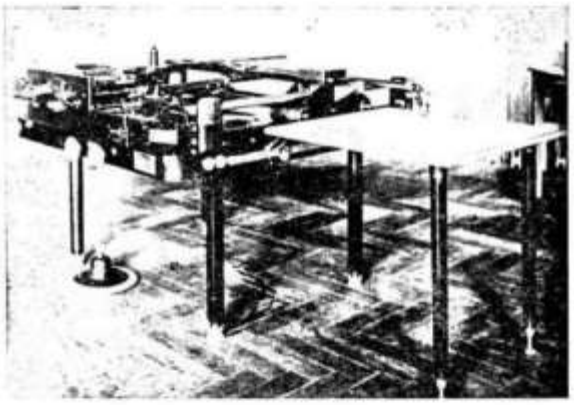
Don Jesús Ordovas Galvete, Ingeniero militar, inventó un Coordinatógrafo, cuyo primer modelo fue construido en 1923 por la casa Kern, perteneciente al grupo de restituidores estereoscópicos, el aparato comprende dos sistemas principales: el sistema óptico, bajo la forma de un estereocomparador, en el cual se hacen las observaciones de los clichés y el sistema mecánico, que ejecuta de manera automática el trazado sobre el mapa y la determinación de las alturas de los puntos observados en el estereóscopo. En el estereóscopo, los dos clichés de un par estereoscópico son colocados a niveles diferentes, el uno debajo del otro, el sistema óptico de observación se encuentra entre los clichés. Esta disposición hace posible una construcción de dimensiones muy reducidas y poco peso. Las reflexiones y refracciones de los rayos de luz son poco numerosas, las imágenes ópticas de los clichés son muy claras, lo que produce una agradable observación y contribuye a la precisión del trabajo.

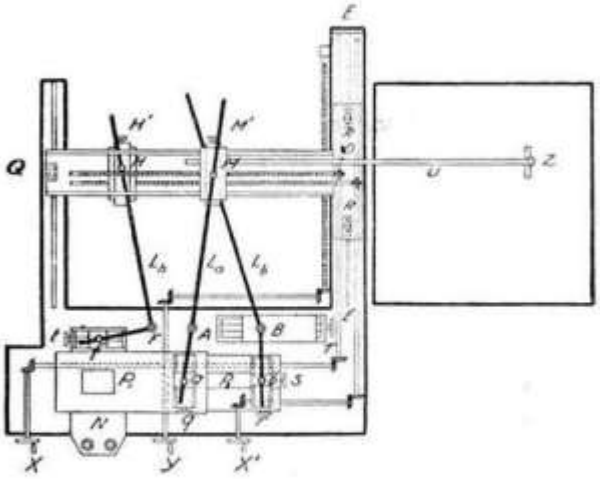
La construcción del aparato le hace útil no solamente en todos los casos de fotogrametría terrestre, sino también para la restitución de clichés aéreos.

Con el Coordinatógrafo Ordovas se hicieron trabajos prácticos en Suiza, como el levantamiento en fotogrametría terrestre de Gunzwil en los alrededores de Lucerna y en España también de fotogrametría terrestre en terrenos del Pirineo Central y de los Picos de Europa, y de fotogrametría aérea en Barajas (Madrid).

El sismógrafo «Javier», proyectado y construido en los talleres de la Estación Sismológica de La Cartuja (Granada), llamado así en honor del Apóstol de las Indias y a coincidir su construcción (año 1923-24) con la estancia en el Colegio Noviciado de la Cartuja del brazo reliquia del Apóstol.

El sismógrafo fue construido en los talleres de la estación, siendo su Director Manuel María S. Navarro Neuman, S. J., y hábil mecánico el H. Antonio Sola, S. J.





Coordinatógrafo ORDOVAS.

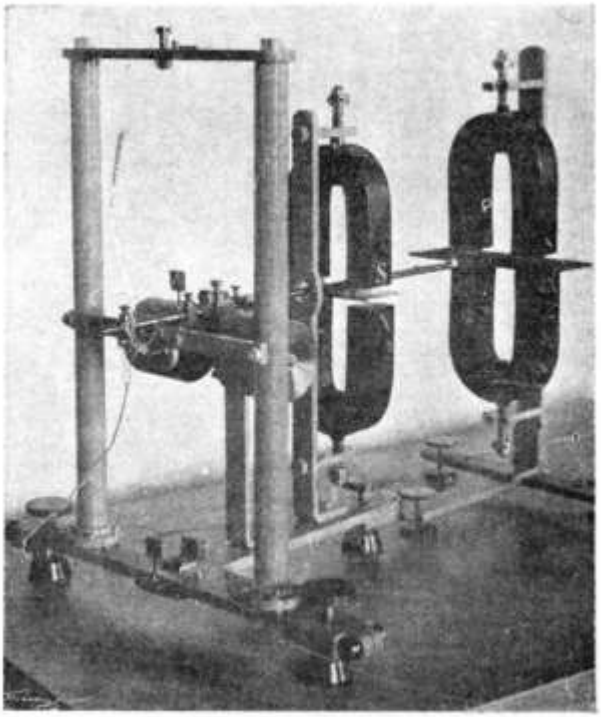
Se basa en el registro magnético-fotográfico, procedimiento de amplificación a la vez que de obtención de gráficas de los estremecimientos minúsculos del suelo, ideado simultáneamente, aunque con independencia y técnica distinta por el Knías Boris Borisovich Golicyn, más conocido por el nombre de Príncipe B. de Galitzin y por el sismólogo berlinés Doctor León Grummach, escogiendo para este sismógrafo el procedimiento empleado por este último, pero introduciéndole numerosas variantes; pudiendo considerarse como un sismógrafo horizontal, tipo Galitzin.

El sismógrafo puede considerarse netamente español, fruto de 18 años de práctica sismológica y construcción de otros sismógrafos. Todo su material se ha construido en España, incluso los imanes, galvanómetro y receptor, al mismo tiempo que todos los accesorios necesarios, tales como cronógrafo, lámpara, caja de resistencias, escala, puente Wheatstone, etc.

El conjunto del instrumento consta de un sismógrafo propiamente dicho, provisto de un aparato multiplicador-inscriptor (aquí un galvanómetro sensible), y el de un receptor, con la lámpara correspondiente, y además, el cronógrafo dispuesto para que marque el tiempo, por medio de los correspondientes eclipses de luz.

El sismógrafo propiamente dicho es un péndulo Zöllner con la punta de acero y cupulita de ágata Galitzin; sólo que su masa, en vez de ser única es doble, en forma de halterio, lo mismo que las de los Milne-Shaw, sin dejar de ser su suspensión unifilar. Esto le da una extraordinaria inestabilidad, que favorece considerablemente la sensibilidad del instrumento. El nuevo sismógrafo funciona como una minúscula central eléctrica, sólo que actúa de motor el suelo al moverse como lo está haciendo continuamente y que las corrientes producidas, ya en una o en otra dirección son extremadamente variables y de pequeñísimas fracciones de microamperios y con potenciales que rara vez alcanzan o pasan del microvoltio, en vez de las potentísimas y de notable constancia de las centrales eléctricas.

Los imanes inductores fueron bastante potentes a pesar de ser construidos con el acero usado en los «muelles de coche». Gracias al ingenio del H. Sola, se pudo construir la cinta de suspensión del galvanómetro, ya que el finísimo hilo de platino iridiado traido de Alemania para este fin no daba buenos resultados y el bronce fosforoso tampoco era conveniente; se utilizó la finísima lámina de plata dorada que recubre la seda del llamado hilillo de oro que



Sismógrafo JAVIER de la Estación Sismológica de Cartuja.

se emplea en los ornamentos sagrados, suprimiendo ingeniosamente el inconveniente de que por tener esa lámina finísima la forma de hélice al deshilarla, se rompía al querer enderezarla; colgó para ello un pequeñísimo peso de estas láminas y haciendo pasar por ellas una corriente de 15 voltios a través de un reostato y una pieza de latón que podía hacer el contacto con el plomo a voluntad del operador, unidas a toques con una fina pinza, se enrojecía y se estiraba poco a poco, obteniendo su estiramiento y unos hilos de suspensión con un par de torsión insignificante y muy moderada resistencia.

El sismógrafo ha dado excelentes resultados en esta estación sismológica.

El que fue instrumentista de la estación sismológica de Toledo, posteriormente instrumentista jefe del taller de precisión del Instituto Geográfico, don Manuel de las Heras, proyectó y construyó un sismógrafo de Laboratorio y otro de componente vertical con fines de enseñanza, habiendo suministrado estos aparatos a la Universidad Central, Escuela de Minas, Ramiro de Maeztu, Observatorio meteorológico, Instituto Geográfico, etc. Estos aparatos fueron construidos en su taller particular, adoptando para ambos el sistema denominado de péndulo horizontal o de péndulo cónico, porque per-

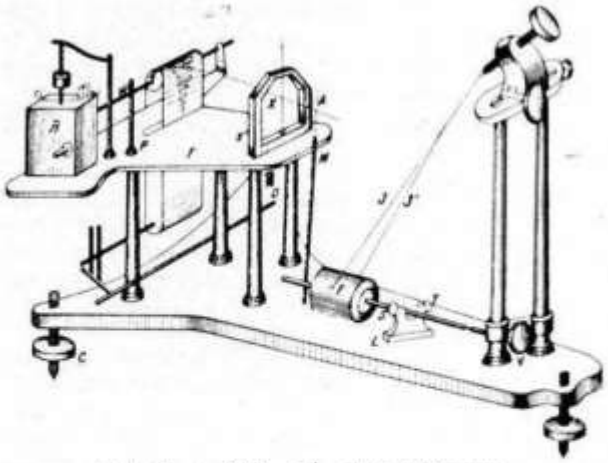
mite obtener, a pesar de las pequeñas dimensiones del aparato, períodos de oscilación propia, suficientemente lentos para que las gráficas suministradas por el aparato sean análogas a las que podrían obtenerse con un péndulo vertical de gran longitud, y porque dicho sistema permite comprobar fácilmente la influencia que el período de oscilación pendular tiene en los gráficos, período que en los dos modelos fabricados se ha hecho posible variar entre límites extensos.

La masa F del péndulo cuelga de dos alambres de acero unidos a una laminilla muy fina del mismo metal, que se sujeta a la cabeza de suspensión sustentada por un par de columnas de bronce.

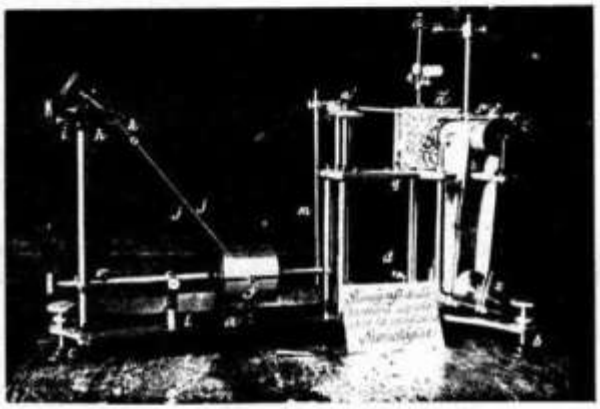
La masa pendular es de peso inferior a tres kilos en el modelo tipo Laboratorio y de 15 kilos en el tipo Observatorio, tiene forma cilíndrica y va unida a una barra que la atraviesa, materializando su eje. En uno de los extremos de este eje existe un rebaje cónico destinado a apoyar el péndulo en la punta, de acero templado, del tornillo V, con los desplazamientos del cual puede variarse el período de oscilación propia del péndulo.

Los dos tornillos L permiten mantener entre límites convenientes la máxima oscilación pendular.

La citada cabeza de suspensión tiene dos movimientos, que permiten, respectivamente, alargar o acortar la longitud de la suspensión y trasladar el péndulo en el sentido de sus oscilaciones, permitiendo también el primero de ellos modificar el período de las oscilaciones pendulares del aparato. Debido a la importancia que tiene en los sismógrafos el amortiguamiento de las oscilaciones pendulares y a la



Modelo Escuela 1930. E: $\frac{1}{4}$ Precio: 3.000 pesetas.

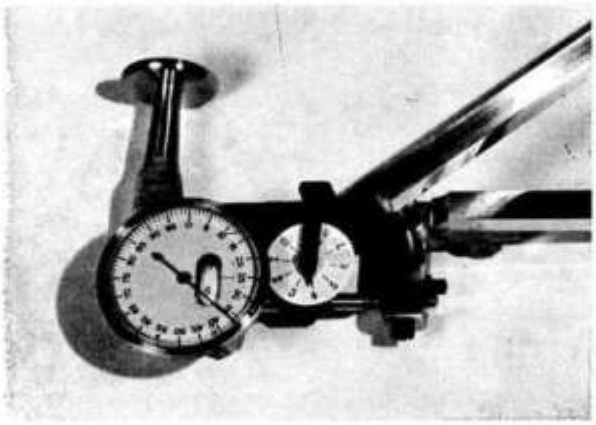


Modelo Laboratorio 1922. E: $\frac{1}{5}$ Precio: 7.000 pesetas.

conveniencia de poder evidenciarla con un modelo, se ha montado en el aparato tipo observatorio 1945 un amortiguador variable de paletas sumergidas en aceite de vaselina.

El sistema amplificador en el modelo Observatorio está unido a la masa pendular mediante una articulación conveniente, y se compone de dos largas y finas palancas multiplicadoras de acero templado o de aleación ligera, con ejes de giro desplazables dotados de finísimos pivotes montados en piedras de relojería, resultando muy pequeña la inercia de las palancas y pequeñísimo el rozamiento de los ejes. Unida al extremo de la segunda palanca se encuentra la aguja de vidrio inscriptora.

Para facilitar el estudio de las amplificaciones, lleva un dispositivo compuesto de tornillo micrométrico, tambor dividido y escalilla contadora de vueltas aplicado al desplazamiento de los ejes, que permite apreciar hasta los 0,005 milímetros los desplazamientos dados a los mismos a partir de una posición determinada.



Planímetro de Esfera, MANUEL DE LAS HERAS.

El sistema de conexión de palancas es el clásico de «ojal». La banda sobre la que se efectúa el trazado por la pluma inscriptora está ahumada, debiendo quedar la pluma ligeramente desnivelada, lo preciso para «quitar» el humo.

El señor De las Heras es también autor de un planímetro de esfera, modelo original y patentado, que no difiere de los planímetros sino en el dispositivo de lectura, en el que se ha suprimido el nonius.

Consiste la modificación en agregar a la roldana del planímetro un anillo dentado de cien dientes, que pone en movimiento, mediante un piñón, una aguja muy fina de reloj, indicadora sobre un círculo dividido de las milésimas partes de una vuelta de la roldana. El piñón va montado sobre piedras de relojería, la pequeña masa móvil del mecanismo permite afirmar que su inercia no tiene influencia sensible en el movimiento de la roldana. Los esfuerzos dinámicos del sistema piñón aguja son más pequeños que la fuerza del rozamiento entre la roldana y el papel, por lo que no son causa de resbalamiento de la roldana.

Corresponde a don José María Torroja Menéndez, Ingeniero Geógrafo y Astrónomo, la creación de una cámara de registro fotométrico focal para la observación de eclipses de Sol en sus aplicaciones geodésicas. Desarrollaremos este interesante tema de acuerdo con las publicaciones de su autor.

El problema de determinación de longitudes geográficas puede resolverse hoy gracias a la utilización de la radio. Pero el método empleado por observación de eclipses de Sol (totales o anulares) para fijar la posición del lugar de observación sobre la superficie terrestre tiene la notable ventaja que supone su independencia de las correspondientes desviaciones de la vertical.

Han de determinarse los instantes de principio o fin del eclipse. Conocido el instante en que se efectúa la observación, pueden calcularse, para ese instante, las coordenadas topocéntricas de la Luna para el lugar en que se observó el fenómeno. Estas coordenadas de la Luna serán, evidentemente, función de las del lugar de observación, y éstas, a su vez, lo son de los parámetros que definen la forma y dimensiones del elipsoide terrestre.

O bien, puede calcularse el instante de una ocultación, o el instante en que empieza o termina un eclipse total, o en que el fenómeno alcanza una fase determinada. Si se observa dicha fase del fenómeno, la hora observada no coincidirá con la calculada a partir de los parámetros del elipsoide terrestre y de los que definen la posición de la Luna en el espacio (pudiéndose considerar conocidas con suficiente precisión las coordenadas del Sol o de las estrellas ocultadas).

Cada observación de este tipo nos permitirá escribir una ecuación en la que el término independiente será la diferencia entre los instantes observado y calculado y en la que intervienen como incógnitas las correcciones a los parámetros del elipsoide terrestre y a los que definen la posición de la Luna en la esfera celeste.

Los métodos utilizados en las observaciones de eclipses de Sol pueden clasificarse en tres grupos:

Métodos geométricos.—Son los que pudiéramos llamar clásicos. Consisten en medir la longitud o el ancho del creciente solar, variable en las proximidades de la totalidad y determinar por extrapolación los instantes de los contactos.

Métodos espectroscópicos.—Se trata en ellos de determinar los instantes de contactos basándose en la observación de las variaciones rápidas que se producen en el espectro relámpago en las inmediaciones de dichos contactos.

Métodos fotométricos.—En ellos los instantes de principio y fin del eclipse total se determinan estudiando las variaciones en la cantidad de luz recibida del creciente solar a lo largo del fenómeno. Durante la totalidad, la cantidad de luz recibida es constante, es la luz de la corona, hasta el momento del tercer contacto en que empieza a aumentar la cantidad de luz recibida. Un registro fotométrico cronometrado del eclipse puede permitirnos determinar los instantes de los contactos, principio y fin de la totalidad.

Este registro puede efectuarse de las formas siguientes:

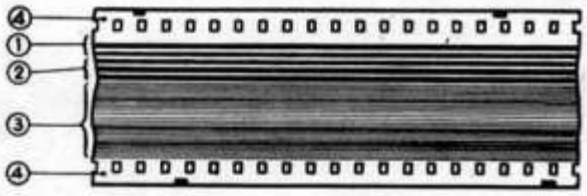
Registro fotoeléctrico, utilizando para ello una célula fotoeléctrica que recibe directamente la luz del Sol no eclipsado.

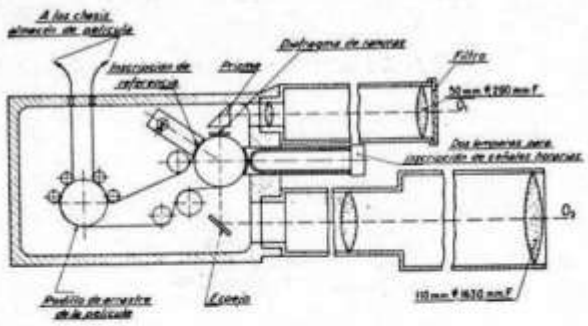
Registro fotométrico afocal. Sobre una película que se desplaza con movimiento uniforme se recoge la luz de la totalidad del creciente solar, registrándose en la misma película las señales horarias o los segundos de un péndulo. Se obtiene así una banda de ennegrecimiento variable con el tiempo, cuyo estudio con un fotómetro permitirá determinar los instantes de los contactos.

Registro fotométrico afocal. Sobre la misma

película anterior se obtiene una imagen del creciente o de una parte del mismo, dispuesto de modo que su cuerda quede normal a la dirección del movimiento de la película. Al desplazarse ésta se obtendrá una banda de ennegrecimiento no uniforme y variable con el tiempo. Este método ha sido empleado por primera vez por el señor Torroja en el eclipse del 30 de junio de 1954. Se trata de obtener del registro correspondiente datos sobre los instantes en que se produce el principio y el fin del eclipse total, sobre la forma del perfil lunar y sobre la variación de la luminosidad en el borde solar. La influencia de los accidentes del borde lunar pueden tenerse en cuenta en el método focal.

La Cámara representada en los grabados adjuntos fue construida en el taller de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Madrid. La película se desplaza con movimiento uniforme, con posibilidad de cambio entre cinco y veinte centímetros por segundo por la acción de un motor alimentado por acumuladores con 24 voltios de tensión.





La película sin impresionar sale del chasis-almacén arrastrada por un rodillo; pasa después por un sistema de otros dos rodillos que tensan la película y es luego enviada al rodillo de inscripción, de 50 mm. de diámetro con un pesado volante regulador. La película ya impresionada vuelve al rodillo de arrastre y de allí es enviada al chasis en que queda almacenada. Un contador movido por una polea acoplada al rodillo de arrastre, permite conocer la cantidad de película impresionada.

Sobre esta película, en su movimiento continuo uniforme, se obtienen los siguientes registros que se ven en la figura:

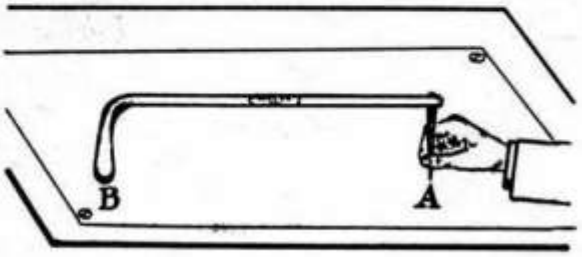
1.º Inscripción de referencia producida por una pequeña lámpara de intensidad regulable, que ilumina un diagrama de tres ranuras del mismo ancho y distintas longitudes. Al moverse la película, se obtendrán tres bandas de ennegrecimiento uniforme para cada una de ellas, pero distinto de una a otra. En particular, para velocidades grandes de la película, la banda correspondiente a la ranura de menor longitud puede no llegar a impresionar la película, como ocurre en el esquema de la figura representada en el que las bandas correspondientes a este registro de referencia se han reducido a dos.

2.º Un registro afocal decreciente solar. Un objetivo O produce una imagen del Sol que ilumina un segundo diafragma, también de tres ranuras, situado delante de la película. Cada una de estas ranuras, también de igual ancho y distintas longitudes, produce ua banda de inscripción en la película, cuyo ennegrecimiento variará con el tiempo al avanzar el eclipse. Son las bandas 2 de la figura.

3.º Un registro focal de una parte del creciente solar alrededor de los puntos de los contactos de la totalidad, lo que constituye una novedad ensayada en este eclipse en relación con la observación del de 25 de febrero de 1952. Para esto se utilizó un segundo sistema óptico, objetivo O_2.

4.º En los bordes de la película se dispuso el registro de señales horarias mediante dos diodos de gas, del tipo de los utilizados en cine sonoro.

El Planímetro PRYTZ-MANTERO, realizado por el Ingeniero Geógrafo don José María Mantero Sánchez, es una modificación del planímetro inventado en 1886 por el capitán danés H. Prytz, permitiendo con la modificación obtener directamente el número de centímetros cuadrados de una figura plana cualquiera, el planímetro no tiene piezas móviles.



Y por último, reseñaremos lo más reciente que tenemos conocimiento en este campo de actividades; se trata del Reflector de Destellos Valbuena, diseñado y construido por el Ingeniero Técnico en Topografía don José Luis Valbuena Durán.

El reflector, básicamente, está constituido por un tubo de descarga análogo a los empleados en los flash fotográficos, instalado en un reflector fabricado ex profeso, cuya amplitud de haz de emisión luminosa es de unos 10°; el disparo puede ser automático con destellos ajustables de 0,5 a 1,5 segundos o puede actuarse manualmente. Tiene una fuente de alimentación con las etapas de oscilación y transformación, los condensadores de descarga y el temporizador ajustables. La energía es suministrada por una batería de 12 voltios.

Su campo de actuación en trabajos geodésicos es la localización de vértices en los que se sitúa el reflector, con distancias habituales de 40 a 110 kilómetros. La anchura del haz luminoso hace que su puntería no sea crítica y por la alta intensidad y tonalidad de la luz emitida es fácilmente visible e identificable. Ha sido empleado por el Servicio de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional con resultados positivos.

El tema ha sido largo, pero es que larga es la fecunda inventiva de nuestra raza, como se demuestra cada año en los concursos internacionales de inventores; sin embargo, como hemos pretendido incluir a todos los inventores y fabricantes españoles, quedaremos agradecidos si algún lector nos suministra cualquier dato omitido.

Reflector de destellos BALBUENA.

SUMMARY

In this article which, due to its length, has been published in installments in the last four issues of our magazine, the author presents a wide-ranging view of the Spanish inventors and manufacturers of instruments and apparatus used in the field of surveying. Given the large number of such men, the scope of the article was necessarily confined to those who were active from the beginning of the past century down to our days, for reasons of available space. The author makes a call for attention to these works of the past, for the information surrounding them is being forgotten and is destined to be forever lost if the facts are not recorded.

RÉSUMÉ

Dans cet article, qui en raison de son étendue a été publié dans les quatre derniers numéros de la Revue, l'auteur développe un vaste exposé sur les inventeurs et les fabricants espagnols d'instruments et appareils employés dans le domaine professionnel de notre activité. Etant donné le nombre important d'inventeurs et de fabricants, il s'est limité à citer ceux qui ont surgi à partir du début du siècle passé, afin de rester dans l'étendue appropriée à un travail journalistique de Revue. Il souligne l'attention dont devraient faire l'objet ces oeuvres passées en raison de la situation d'oubli et de perte de données qu'elles connaissent actuellement.

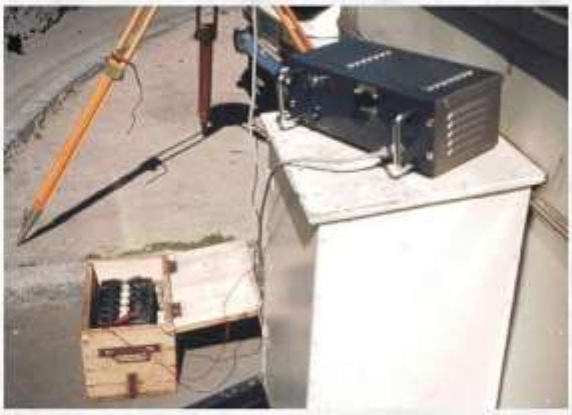
Y por último, reseñaremos lo más reciente que tenemos conocimiento en este campo de actividades; se trata del Reflector de Destellos Valbuena, diseñado y construido por el Ingeniero Técnico en Topografía don José Luis Valbuena Durán.

El reflector, básicamente, está constituido por un tubo de descarga análogo a los empleados en los flash fotográficos, instalado en un reflector fabricado ex profeso, cuya amplitud de haz de emisión luminosa es de unos 10°; el disparo puede ser automático con destellos ajustables de 0,5 a 1,5 segundos o puede actuarse manualmente. Tiene una fuente de alimentación con las etapas de oscilación y transformación, los condensadores de descarga y el temporizador ajustables. La energía es suministrada por una batería de 12 voltios.

Su campo de actuación en trabajos geodésicos es la localización de vértices en los que se sitúa el reflector, con distancias habituales de 40 a 110 kilómetros. La anchura del haz luminoso hace que su puntería no sea crítica y por la alta intensidad y tonalidad de la luz emitida es fácilmente visible e identificable. Ha sido empleado por el Servicio de Geodesia del Instituto Geográfico Nacional con resultados positivos.

El tema ha sido largo, pero es que larga es la fecunda inventiva de nuestra raza, como se demuestra cada año en los concursos internacionales de inventores; sin embargo, como hemos pretendido incluir a todos los inventores y fabricantes españoles, quedaremos agradecidos si algún lector nos suministra cualquier dato omitido.

Reflector de destellos BALBUENA.



SUMMARY

In this article which, due to its length, has been published in installments in the last four issues of our magazine, the author presents a wide-ranging view of the Spanish inventors and manufacturers of instruments and apparatus used in the field of surveying. Given the large number of such men, the scope of the article was necessarily confined to those who were active from the beginning of the past century down to our days, for reasons of available space. The author makes a call for attention to these works of the past, for the information surrounding them is being forgotten and is destined to be forever lost if the facts are not recorded.

RÉSUMÉ

Dans cet article, qui en raison de son étendue a été publié dans les quatre derniers numéros de la Revue, l'auteur développe un vaste exposé sur les inventeurs et les fabricants espagnols d'instruments et appareils employés dans le domaine professionnel de notre activité. Etant donné le nombre important d'inventeurs et de fabricants, il s'est limité à citer ceux qui ont surgi à partir du début du siècle passé, afin de rester dans l'étendue appropriée à un travail journalistique de Revue. Il souligne l'attention dont devraient faire l'objet ces oeuvres passées en raison de la situation d'oubli et de perte de données qu'elles connaissent actuellement.