

MEMORIAS DE AGRICULTURA Y ARTES,

*Que se publican de órden de la Junta nacional de gobierno
del comercio de Cataluña.*

MES DE MAYO DE 1820.

TOMO X.

Bb

ESPLICACION

DEL MECANISMO , CÁLCULO Y DESCRIPCION DEL
PRECISIVO INSTRUMENTO MATEMÁTICO,

INVENTADO

POR Fr. D. AGUSTIN CANELLAS , SOCIO
que fué de número de la Academia de ciencias naturales y
artes de la presente ciudad , director y primer maestro de
la escuela náutica por la M. I. Junta de comercio de Cataluña , y ex-catedrático de matemáticas y cosmografía en el co-
legio de Cordellas &c.

CONSTRUIDO

POR DON CAYETANO FERALT , SOCIO
de aquella Academia , maquinista de la casa Lonja , y direc-
tor del gabinete de máquinas por dicha M. I. Junta , que
de órden y á espensas de la misma

DA Á LUZ

DON ONOFRE JAIME NOVELLAS Y ALAVAU,
socio de número de la referida academia de ciencias natura-
les y artes de la presente ciudad , profesor de matemáticas y
segundo de náutica en dicha casa Lonja por la expresada M. I.
Junta de gobierno del comercio de Cataluña.

196

ESPLIACIÓN

PARISIEN IN DER STADT

BOURGEOISIE AUGUSTIN CYNELLAS, 30310

*Qui cum dialectica mathematicarum scientiarum exercitia
conjunxit, et ita ingeniorum aciem promovit. Bruker. Hist.
crit. Philos. tom. 3. lib. 2. c. 2.*

6.6.1 可见辐射热

por don Cayetano Ferralt, soci
de la Real Academia, profesor de la Escuela de
Artes y Oficios de Madrid que dirige M. J. Llorente.

昌黎縣志

Just as before the Conquest of Mexico,
when the Indians had control of the country,
they had no written language, but they
had a system of writing on bark, which
was used for their records, and
for their religious services.

三〇

A LA M. I. JUNTA DE GOBIERNO *DEL COMERCIO DE CATALUÑA.*

M. I. S.

*E*s tan notorio el zelo con que V. S. procura animar la instruccion de la juventud y adelantar las ciencias y las artes para producir miembros útiles al estado y á la nacion entera, que no habrá alguno que á la simple inspeccion de los muchos é importantes establecimientos fundados por V. S. no lo caracterice de un axioma matemático. Convencido de esta verdad incontrastable no dudó un momento mi venerado maestro el profesor de náutica en la escuela gratuita de V. S. Fr. D. Agustin Canellas dedicar á V. S., no solo su escelente obra de astronomía náutica, sino tambien el instrumento matemático de su invencion y de que es cuestion la presente memoria; y V. S. tomando á su cargo aquella impresion, tampoco se olvida de la construccion de este, antes bien se apresura en publicar un invento tan

198

feliz á pesar de la anticipada muerte de aquel digno inventòr. Esta honorífica comisión que fué confiada á mi corto talento durante mi sustitucion á aquella cátedra de náutica se halla ya evacuada aunque no con aquel lustre que merece, pero sí tal cual han sabido producirla mis limitados conocimientos. No obstante, si V. S. se digna tomarla bajo su poderosa protección, espero merecerá la aprobacion del público ilustrado, disimulará los defectos que tal vez puedan acompañarla, y se hará cargo que mi sincera voluntad ambiciona solamente contribuir á la mejor instrucción de la juventud, adelanto de las ciencias y esplendor de la nacion.

Barcelona 22 de marzo de 1820.

M. I. S.

El mas humilde y atento servidor de V. S.

Onofre Jaime Novellas y Alava.

Las ciencias todas lo mismo que las artes han empezado por principios : de ellas ninguna ha sido ya perfecta en su origen : y de aquí es , que al paso que los progresos de las primeras , los adelantamientos en las segundas , y la invencion de todas manifiestan lo mucho que puede el entendimiento del hombre que sabe combinar ; son tambien ellos mismos la prueba mas convincente de lo limitado que sean sus conocimientos. Porque ; si el hombre por su naturaleza hubiese poseido desde los principios con plenitud todos los conocimientos científicos , hubiera ya desde entonces presentado aquellos á la posteridad con toda la perfeccion de que eran susceptibles , y nada hubieran podido progresar las ciencias , nada hubieran adelantado las artes. A mas de esto , los principios , bajo los cuales el espíritu inventor los hubiera establecido , no podian haber dejado de ser siempre ya los mas simples , ciertos , sólidos é incontrastables , y nunca se hubieran obtenido simplificaciones en lo complicado , nueva solidez en lo establecido , y ménos verificado absurdos en los resultados. Era imposible que los talentos mas sublimes de la posteridad pudiesen lograr mas estensos conocimientos en cualquiera de las ciencias y artes que el inventor de ellas mismas que los obtuvo ya perfectos desde su origen ; y por lo mismo entonces ya no podia haber mas que discurrir en lo descubierto , na-

da mas que de nuevo inventar , y mucho menos perfeccionar lo ya inventado. Pero , una vez que se observan todos los dias nuevos descubrimientos , nuevos progresos , perfecciones y adelantos en todo lo ya inventado : Una vez que la naturaleza nos produce de tiempo en tiempo unos talentos que por su sublimidad merecen la admiracion de todos los literatos : Una vez que estos , á fuerza de combinar los conocimientos adquiridos , logran no solo perfeccionar las teorías ya descubiertas por los mayores , sino tambien establecer otras de nueva invencion para los adelantamientos de las sucesivas , podemos con razon afirmar , que ni las primeras fueron ya perfectas en su origen , ni las segundas lo serán tal vez en lo venidero. Esto no obstante , es tanta la gratitud y veneracion que se merecen los inventores de nuestros tiempos , como y no menos los que nos han precedido , que es imposible saberlas dignamente apreciar. Porque , si ellos con la agudeza de su entendimiento no hubiesen penetrado la invencion , y de este modo presentando al discurso un campo de ideas muy dilatado y fecundo , abriendo paso á la razon para discurrir con finura , adelantar con entusiasmo , y perfeccionar con rigor las teorías que nos habian dejado á cual seria el estado actual de las ciencias y artes , aun de las que en el dia se consideran mas perfectas ? ¿ No estarian aun todas ellas ofuscadas con la densa y opaca nube del error ? ¿ A quien es debida , pues , la gloria que tanto brilla , y el esplendor que tanto se distingue en las grandes ventajas , como nos estan ofreciendo todas las ciencias naturales , sino á la perspicuidad de nuestros mayores ? Sí ; si nunca se hubiese discurrido , nunca se hubiera inventado , sin esto no se podia perfeccionar , y por lo tanto el espíritu del hombre estaria aun sumergido en el profundo pielago de la ignorancia. Y aunque

los primeros que cultivaron las ciencias, tuvieron de ellas una idea, tal vez, muy diferente de la que se tiene en el dia de las mismas; la exactitud de algunos de sus resultados nos da, no obstante, á entender lo mucho que penetraba su imaginacion, y la gran sublimidad de sus talentos. Si alguna vez sacaron resultados poco conformes, que en el dia se hallan rechazados por falsos ó inexactos, no seria por falta de penetracion en su entendimiento, sino por carecer de medios ó instrumentos precisivos para lograr con toda la finura y rigor las observaciones y experimentos requeridos. La relacion, pues, y la correspondencia que tienen entre sí las ciencias y las artes es tal, que es imposible que las primeras hubiesen hecho los progresos que se observan, sin haber logrado las segundas sus grandes adelantamientos; y de aquí es, que en el dia en que se miran estas bastante perfeccionadas, obtienen aquellas las ventajas que admiramos, y que no pudieron conocer los primeros que las cultivaron. Las ciencias prestan á las artes teorías para ejecutar sus operaciones; y el arte suministra instrumentos precisivos á las ciencias para adelantar y perfeccionar.

La matemática: esta ciencia embelesante y encantadora, madre de todas las ciencias naturales, ha reconocido en todos tiempos hombres grandes, que sabiendo combinar los conocimientos adquiridos de los mayores, han logrado no solo perfeccionar los instrumentos ya inventados, sino tambien sustituir otros de nueva invencion para obtener los resultados mas exactos. Léanse las historias de las ciencias y artes; y se verá cuan imperfectos fueron los instrumentos matemáticos de los antiguos. La astronomía es sin duda la ciencia que los requiere mas perfectos, y no obstante encontrarémos solamente entre las manos de los antiguos astrónomos el gnomon de que se valie-

ron en aquella atrazada época los egipcios, chinos y peruvianos en sus observaciones. La invención de este que se conoce por primer instrumento, es directamente debida á la naturaleza, pues que no hay en ella árbol, planta, ni edificio que no sea el verdadero gnomon de los antiguos. En efecto, la sombra, que un estílo recto vertical proyectaba sobre una línea meridiana trazada en un plano horizontal es- puesto al sol, fué el primer instrumento matemático que reconoció la antigua astronomía; y si, á pesar de ser este un medio que el ménos diestro caracte- rizará de muy grosero, sorprende la exactitud con que determinaron algunas de sus observaciones ; que resultados no encontrarian en ellas Hipparco, Era- tóstenes, Anaxágoras, Ptolomeo y tantos astrónomos antiguos y profundos matemáticos como venera la litera- tura, si existiesen en el dia y pudiesen observar con los instrumentos que obtienen los modernos ? Al gno- mon se sustituyeron luego los círculos divididos en gra- dos bajo los nombres de armillas atenienses, astrolabios, nocturlabios, &c. Los Árabes después de las reglas paralácticas usaron los sectores de círculo, por me- dio de los cuales determinó ya Timóchares la de- clinacion de la espiga de virgo. Waltero sustituyó á aquellas el *báculus astronómicus* y después usó una armilla, semejante á las de Ptolomeo y Copérnico, cuyos resultados podrían ser erróneos de mas de diez minutos; sin tener mayor exactitud el *torquetum* de que habla Regiomontano.

El primero que logró instrumentos de alguna pre- cision fué Tycho Brahe : este los hizo construir tales, que por medio de ellos se podían distinguir los minutos y aun las decenas de segundos. De esta cla- se fueron el sextante y armillas equatoriales de que tanto se sirvió en sus no interrumpidas observa- ciones, y se hallan descritos en sus progymnas-

mas , siendo la precision del segundo de un minuto con corta diferencia. Finalmente el infatigable observador Hevelius en su organografía describe doce instrumentos principales , habiendo con preferencia hecho uso de un sextante de cobre de mas de siete pies de radio , cuyos resultados , segun Flamsteed, llegaban á la precision de 15 á 20 segundos. Si los instrumentos matemático-astronómicos de los antiguos fueron tan poco precisivos ¿que serian los demas de geometría simple ? Los primeros en todos tiempos han sido los de mas rigurosa exactitud que ha podido obtenerse segun el estado entonces actual de las artes ; una vez que estos eran tan groseros , puede ya inferirse la precision que tendrian los segundos.

Querer particularmente describir todos los instrumentos matemáticos que se han empleado hasta el dia para medir los ángulos observados , seria nunca acabar , al paso que pueden verse por el curioso en autores clásicos que con bastante difusion tratan de la materia ; no obstante , se considera conveniente advertir , que por los matemáticos de nuestros tiempos se han ya empleado instrumentos cuya precision admira y parece no se podia esperar. Esta precision que han logrado los modernos , y que no conocieron los antiguos , no consiste en otra cosa que en la invencion de los varios artificios de que se han valido para subdividir en un número considerable de partes iguales una porcion de circunferencia del círculo ó sector graduado que acompaña á todos los instrumentos matemáticos. Esta parte , como la mas difícil y mas interesante para lograr resultados precisivos , es la que ha ocupado á los mas grandes ingenios que ha conocido el orbe literario ; y con todo solamente se ven empleados los cuatro métodos siguientes : 1º el micrómetro : 2º la vis exterior : 3º las transversales ó diagonales con una ali-

dada dividida : y 4º la division de Vernier. No hay matemático alguno que no conozca la simplicidad de estos cuatro métodos , y en que ellos consisten ; y por lo tanto solo dirémos que el primero se halla empleado en los cuatro observatorios astronómicos que hay en Francia , y especialmente con felices resultados en el de Mr. Fouchy cuando este y Mr. Godin observaban de concierto en el observatorio del primero : y que el segundo método solo se conoce adaptado en Inglaterra , aunque se observan allá empleados los demás. El tercer método que se subdivide en dos partes ; esto es, de diagonales rectas y transversales circulares , que en ambas ha tenido mucha trascendencia , y cuyo autor se ignora , dice Tycho Brahe , que en cuanto á la primera parte ya se observaba empleado en la division de las flechas , ballestillas ó báculos de Jacob &c. , y que él lo aprendió de un sabio profesor de Leipsick , llamado Homelius ; no obstante Tomas Digges atribuye su invencion á un sugeto llamado Cantzler. En cuanto á la segunda parte , dice Hevelius deberse su invencion á un autor sueco , que escribió en 1643 , llamado Benito Heddæus ; pero Morin la atribuye á Juan Ferrer artista industrioso , que parece ser el mismo de que habla en su tratado de gnomónica Clavio español inventor de un nuevo y bastante ingenioso método de trazar los cuadrantes solares. En cuanto al cuarto método que lleva el nombre de *nonio* ó *vernier* , cuya invencion , segun Adams , se debe al geómetra Clavio que vivia á principios del siglo XVII , y segun otros , á Pedro Nuñez , matemático portugues del siglo XVI ; pero que realmente se debe en 1631 á Pedro Vernier natural del Franco-Condado , solo diré , que por ser el mas general y el mas exacto de cuantos se han empleado hasta el dia , se halla construido en casi todos los instrumentos matemáticos. Los sectores

de reflexion inventados en 1731 por Juan Hadley, círculo de la misma especie perfeccionado por Bordá, grafómetros, teodolites, círculos repetidores, y en una palabra todos los instrumentos matemáticos del dia se ven armados del *nonio* ó *vernier* para subdividir en partes muy pequeñas las divisiones de los arcos graduados.

Cuando la contemplacion se engolfa en el dilatado oceano del origen y progresos de las ciencias naturales, el entendimiento queda embebido y siente una satisfaccion dulce y complaciente en que se arroba el espíritu, dejando en inaccion todas las funciones del cuerpo. Porque, si se recorren los anales de las demas ciencias, se verá que en ellas nacen hipótesis y sistemas, cambian las opiniones, suceden errores á errores, y se descubre muy rara vez alguna verdad indubitable. Pero, recórrrase el cuadro de las ciencias naturales, empiécese por las matemáticas, y se verá que solo en ellas camina la mente humana libre y segura de tropiezos, adelanta con mas ó menos velocidad, pero adelanta de una en otra invencion, y siente casi de continuo la inexplicable complacencia de hacer nuevos descubrimientos. En ninguna ciencia se han padecido menos equivocaciones que en esta; en ninguna se han descubierto tantas y tan sublimes verdades; y en ninguna parte se ve tan lleno de gloria el espíritu humano, como corriendo los vastos campos de las matemáticas. En ninguna otra ciencia se ven tan unidos los descubrimientos de los antiguos con los adelantamientos de los modernos; y en ninguna otra se contradicen menos las teorías establecidas por los primeros con las adaptadas por los segundos. En ellas se descubre un encadenamiento de verdades, que convencen bien, que sin los Hipparcos y Ptolomeos no hubieran hecho los Tychos y Galileos sus des-

cubrimientos astronómicos ; ni sin los astrónomos y geómetras griegos hubiera podido levantar el inmortal Newton la gran fábrica de sus principios. Si unos talentos tan sublimes solo han adelantado con el auxilio de los descubrimientos de los mayores ¿podrémos dejar de convencernos de lo mucho que merecen estos la veneracion de todos los que han sucedido ? Y cuanto no se logrará adelantar en estos tiempos en que las ciencias y aun las artes se hallan tan perfeccionadas por las teorías de todos ?

La division de las partes de la graduacion de los instrumentos matemáticos , que se halla empleada hasta el dia con la sola exactitud de diez segundos por los métodos arriba expresados , era mas que suficiente para lograr satisfactorios resultados ; pero ahora que en lugar de pínulas para observar con aquellos instrumentos , la perfeccion de la óptica ha sabido sustituir anteojos astronómicos y fuertes acromáticos para la clara distincion de los objetos observados ; en el dia , en que la mecánica ha dado á las artes , especialmente á la maquinaria , la perfeccion mas sorprendiente , no es bastante diminuta aquella division empleada por nuestros mayores. La consideracion , pues , de la poca precision que todos los instrumentos matemáticos inventados hasta nuestros tiempos daban en los resultados de las observaciones ; el ver que con el instrumento mejor construido debia practicarse una serie de observaciones para obtener un resultado de alguna confianza ; el experimentar , que para leer la graduacion del instrumento , y estimar cada una de las partes del *nonio* , era siempre necesario interponer una lente bastante fuerte y de un aumento mas que mediano , dió pábulo al sublime discurso y alta penetracion de nuestro amado patricio el profesor de náutica en la casa Lonja de Barcelona Fr. D. Agustín Canellas , mi venerado maestro , para imagi-

nar el siguiente instrumento matemático, cuyo mecanismo pasamos á detallar. El nombre de Canellas, por la invencion de este instrumento, será mirado con respeto en los anales de las ciencias, no solo por los naturales, sino tambien por los estrangeros. Ya merece ser colocado en el catálogo de los hombres grandes que conoce la literatura: España, Cataluña, ¡cuanto puedes gloriarte de haber contado entre tus hijos, de haber logrado alimentar en tu seno á un Canellas! Este talento, que su pohermanar con las leyes evangélicas el estudio de las ciencias naturales, sabe ser útil á sí mismo no omitiendo diligencia alguna para el bien de sus semejantes. Con su infatigable zelo, con su nunca interrumpido estudio, con su aplicacion constante, combina números, compara fórmulas, imagina teorías, nada le distrae, nunca se desvia su imaginacion siempre atenta á los progresos de la literatura. Despues de mil tantos fundados todos en las rigurosas leyes de la mecánica; despues de mil observaciones delicadas verificadas con finura, simplificando los primeros, y amplificando las segundas; despues de otras tantas espurgaciones en todos sus cálculos y notas, escogiendo lo útil y desecharlo lo supérfluo, logra finalmente concebir la siguiente idea no aplicada por los antiguos, ni esplicada por los modernos, y tal vez ignorada de todos.

Si se lograse un instrumento, diria allá en su imaginacion, cuya construccion fuese tal, que nos diese los resultados por grados, minutos y segundos, y estos últimos por unidades ¿no se obtendrian con él unas observaciones diez veces mas precisivas que con el instrumento mas perfecto que se conoce en el dia? ¿Una sola observacion verificada con él no daria tanta precision, como una serie de diez observaciones verificadas con cualquiera de los demás? Constrúyase, pues, un instrumento que indique las

referidas partes, y se obtendrá lo que se pretende. Sustitúyanse, en lugar de una alidada con *nonio*, dos índices que giren con velocidades diferentes por medio de una simple máquina y se tendrán indicados los grados, minutos y segundos con una precision desconocida hasta el dia. En efecto, propone sus ideas á la M. I. Junta de Gobierno del comercio de Cataluña, le patentiza las ventajas que ofrece, le evidencia la trascendencia que puede tener en la instruccion pública, le demuestra con rigor la verdad de los resultados: y esta M. I. Corporacion que dirige todas sus miras al esplendor de la literatura, al fomento de las ciencias, á la perfeccion de las artes y á los progresos de todas para instruccion de la juventud y el bien de la humanidad, apenas oye la propuesta de Canellas, cuando, sin titubear un momento, sin atender á lo dificil de la ejecucion, sin pararse en lo complicado de la construccion, dispone que el sabio artista D. Cayetano Faralt, imbuido de las instrucciones de Canellas, emprenda lo delicado del trabajo en la realizacion de la obra proyectada. Y realmente, ya se da principio á la efectuacion del nuevo instrumento; pero antes de concluirse la obra ¿cuantas ideas, cuantas simplificaciones y tanteos no se habrán verificado por los dos sabios que la tienen entre manos, para la debida colocacion de cada una de sus partes? para el uniforme movimiento de cada una de sus piezas? y para la dulzura y suavidad de todos sus juegos? Cuantas veces no habrán experimentado discrepancia entre la teórica y la práctica? Cuantos medios no habrán discurrido? cuantos ya discurridos no habrán desecharido? y cuantos desecharados ya no habrán de nuevo preferido? Cuantas veces de los primeros habrán pasado á los segundos, de estos á los terceros, y de nuevo habrán recurrido á los segundos y

primeros ? Muy mal cortada está mi pluma, y mi ingenio poco versado á pesar de tener el espíritu inflamado de los mas vivos deseos , y de la mejor voluntad , para representar con los debidos caractéres el cuadro que nos ofrecen los dos autores Canellas y Faralt, que con la agudeza de sus ingenios fecundados por la constancia de sus estudios y experimentos , van superando los obstáculos que se les ofrecen , allanando los inconvenientes que se les presentan , penetrando los recónditos arcanos de la naturaleza , recorriendo los tratados mas sublimes , y venciendo á fuerza de experiencias las dificultades que se les oponen : ellos saben triunfar con honor de todos los apuros en que se ven no pocas veces sumergidos. Ya está decidida la victoria á su favor , ya se concluye la obra en proyecto , ya se termina felizmente el modelo del instrumento ; y cuando llega el tiempo de verse el primero coronado de gloria , y recoger el fruto de sus trabajos y fatigas , cuando espera con el logro del instrumento de su invencion ver remunerados sus sudores y tareas , la Parca , oh ! , corta el estambre de su vida , y se ve arrebatado de en medio de los vivientes ! Golpe fatal ! Catástrofe funesta mas para llorada que descrita ! Se da , no obstante , fin á la obra empezada , se le destina lugar entre las máquinas del famoso gabinete de esta casa Lonja , donde existe , lengua muda , publicando las glorias de sus inclitos inventor y constructor , depositado en los términos siguientes.

Lo que primeramente se presenta á la vista del curioso que pretende examinar este instrumento , son dos discos de laton perfectamente circulares de igual diámetro y espesor , que estando separados , paralelos entre sí y cerrados por una plancha cilíndrica del mismo metal compuesta de dos partes desiguales muy uni-

das entre sí por medio de cuatro pequeños tornillos, forman una como caja ó cilindro hueco que contiene y guarda del polvo la máquina que luego se verá. El diámetro de cada uno de los discos, que son las bases del referido cilindro, es de 13 pulgadas 5 líneas, y su grueso de una línea y $\frac{3}{4}$ de otra: y como la plancha ó guarda polvo, que forma la superficie convexa de aquel, es del grueso de 2 líneas, y solo tiene de diámetro interior 11 pulgadas 9 líneas, resulta que las bases exceden una pulgada 4 líneas al diámetro total del cilindro, y por lo tanto se observan los dos referidos discos salientes 8 líneas al rededor de dicho cuerpo, cuya altura es la misma cantidad que vale lo que están separados los discos, y es, entrando juntamente el grueso de ellos, de una pulgada $9\frac{1}{2}$ líneas. Para que estos estén bien unidos con la plancha ó planchas que forman la superficie convexa, que llamarémos guardapolvo, se observan tres tornillos, cuyas cabezas están embebidas en ambos discos, que siendo los vértices de un triángulo equilátero, están equidistantes del centro, y pasan á enroscarse con tres pilares colocados al intento en la parte interior del instrumento. Este cuerpo, que se presenta en forma de garrucha, resultaría bastante regular á no tener, á un lado y muy arrimada á la base superior, una porción de otro cilindro mas saliente, cuya convexidad es un segmento de círculo de menor radio, su altura $5\frac{1}{2}$ líneas, y abraza en el cuerpo primitivo un arco de 68° , saliendo en su parte media una pulgada $1\frac{1}{2}$ línea, que es lo que se necesita para dar paso á cierta rueda y tenerla abrigada del polvo como á las demás.

Desde luego se nota, que el disco superior tiene descritas cinco circunferencias concéntricas, estando la mas interior, cuyo radio es de 6 pulgadas, di-

vidida en 720 partes iguales, que el inventor designa con el nombre de *roseta*; al rededor de esta y sobre su mismo centro, giran cuatro alidadas en ángulos rectos, dispuestas en forma de cruz, y llevando en sus estremos un *nonio* ó *vernier* vuelto hacia la parte interior para indicar no solamente los grados y medios grados en las 720 partes iguales de la circunferencia dividida, sino tambien los minutos de seis en seis, por ser cuatro las divisiones de la graduacion que abraza dicho *nonio*, estando este dividido en cinco partes iguales. Estas alidadas, formadas de una sola pieza de laton, son cuatro para mayor comodidad del observador en el contar la graduacion, pues como difieren 90° justos, sabiendo lo que marca la una de ellas, se sabrá inmediatamente lo que deben indicar las otras tres. A mas de las referidas cuatro alidadas, llamadas por el inventor *magistral*, cuya longitud es casi igual al radio del disco superior, su latitud de una pulgada 3 líneas $\frac{3}{4}$ y su grueso de una linea, solo estan en contacto con el disco por sus estremos, y separadas de él por todos los demas puntos intermedios, á fin de dejar bastante espacio para pasar entre ellas y el plano de dicho disco una como aguja ó índice (*) del mismo metal plateado de longitud igual al radio de la circunferencia graduada, que girando sobre el mismo centro, sirve para señalar en las mismas 720 partes iguales de la *roseta* los minutos y aun los segundos de dos en dos.

Se notan igualmente en la parte superior del cuerpo del instrumento dos escelentes anteojos astronómicos y fuertes acromáticos acompañados de todos los

(*) Este me parece podria llamarse un Canellas del nombre de su inventor.

vidrios necesarios con sus correspondientes retículas, fabricados por el célebre artista óptico residente en esta ciudad D. Antonio Maglia. Su situación es tal, que puede cualquiera de ellas girar hacia todas direcciones horizontales sobre un eje vertical perpendicular al plano de la *roseta* pasando por su centro, cuyo movimiento en cada uno de ellos es libre e independiente del otro. El primero, que es el mas inmediato al plano del disco graduado, del cual está separado 2 pulgadas 4 líneas, se observa colocado de firme segun la dirección de dos alidadas de la magistral, y estando sujetado con ella, gira tanto como gira esta; pero el otro, distante del mismo plano 6 pulgadas 6 líneas, está fijo perpendicularmente á una regla de laton paralela al plano de la *roseta* distante de ella 4 pulgadas 7 líneas, cuya longitud es 19 pulgadas una línea, su latitud 10 líneas $\frac{1}{4}$, y su grueso 4 líneas. En la mitad de la regla se observa, sin ser pieza separada, un perfecto semicírculo, cuyo diámetro, perpendicular á la longitud de aquella, es de 3 pulgadas 8 líneas, que sirve para llevar el armazón que sujetá el segundo anteojos. Los extremos de la regla se observan afirmados á dos montantes del mismo metal de igual grueso que ella en una posición vertical, los cuales, teniendo la inclinación conveniente, y formando los ángulos necesarios para dejar libre paso entre ellos al primer anteojos, se sujetan á una argolla, que estando dividida en dos partes y unida por medio de tornillos, abraza la superficie convexa del guardapolvo, y se ve correr libremente sobre el esceso del disco inferior, con el cual se puede sujetar en una posición determinada por medio de los dos tornillos de presión y de ajuste que lleva la referida argolla. Los mencionados anteojos, compuestos de dos tubos

cada uno tambien de metal , pueden graduarse segun la vista del observador y distancia del objeto, dando vueltas á una pieza que se observa á sus lados y obliga á dichos tubos á salir ó entrar , segun sea conveniente con toda precision ; su longitud es de 17 pulgadas 8 líneas , y el diámetro de una pulgada 5 líneas. Los dos se ven sujetados en un armazon por medio del cual se les da paralelamente á sí mismos un pequeño movimiento lateral , á fin de rectificar sus respectivas posiciones en caso que por causas imprevistas se hubiesen alterado , y tambien pueden girar un poco sobre un eje horizontal formando diferentes ángulos con la linea vertical. No obstante los referidos anteojos estan dispuestos de modo que en todas sus posiciones los ejes ópticos de ellas se cruzan en el centro de la *roseta* , á fin de que el ángulo que forman sea medido exactamente por el arco del círculo graduado que comprenden.

En la parte inferior del cuerpo del instrumento se notan dos juegos del mayor interes , por medio de los cuales con una suavidad y dulzura admirables puede tomar cualquiera posicion tanto horizontal , como vertical é intermedia en todas direcciones. Estos se componen de un sin fin cada uno ; el primero que es horizontal está construido en un cilindro cuyo diámetro es de 3 pulgadas , y su altura de una pulgada 6 líneas , y el segundo en una rueda sólida vertical no entera de diámetro 2 pulgadas 10 líneas , y grueso $7\frac{1}{2}$ líneas. Sigue finalmente el pie, ó mejor un cilindro sólido , cuya altura es de 7 pulgadas 6 líneas , y diámetro una pulgada , construido para meterse en el cilindro hueco que debe llevar su pie , y que no describirémos por no ser de algun particular interes el conocimiento de sus partes. La altura total de todo el instrumento , desde el estremo inferior del cilindro sólido que entra

en su pie hasta el anteojos superior inclusive, resulta de 24 pulgadas $10\frac{1}{2}$ líneas. Ya tenemos decifradas todas las partes que presenta á primera vista este nuevo instrumento, y si de alguna se ha dejado de hablar, como es el armazón y juego sin fin que se observa en la parte inferior de todo el cuerpo cilíndrico del instrumento y sirve para dar el movimiento á lo interior de la máquina, ha sido solo para encadenar su explicación con aquella por tener estas piezas con ella una relación mas directa é inmediata. Tenemos delante los ojos cilindros, discos, círculos graduados; observamos juegos y movimientos sin fin horizontales, verticales y en todas direcciones, notamos tornillos de presión y de ajuste, anteojos acromáticos astronómicos con sus retículas, alidadas é índices; pero como solamente se han descrito las piezas esteriores del instrumento, sin haberlos internado en la máquina de precision que lleva dentro del cilindro ó guardapolvo, cuyas bases son los dos discos, faltan á describir las piezas interiores de él y la relación que estas tienen entre sí y con las partes indicadas que pasamos á examinar.

Quítense para esto, ó imagínese quitada la base superior del cilindro que es el disco graduado, y se descubrirá desde luego una máquina compuesta de tres ruedas de latón dentadas con sus ejes de hierro y tres piñones del mismo metal con sus correspondientes estrías. La primera de dichas ruedas, que es la de mayor diámetro = 6 pulgadas 9 líneas, y por lo tanto que contiene mayor número de dientes, se observa colocada á una distancia del centro igual á la suma de los radios de ella y del mayor piñón que se ve concéntrico á la *roseta* del instrumento. La segunda y tercera son iguales en diámetro de 5 pulgadas 7 líneas $\frac{1}{2}$, y en número de dientes, y su diferencia solo consiste en la posición respectiva de

sus ejes , pues que el de la última se observa situado en el centro mismo del instrumento , y el de la segunda á la distancia suficiente de la última y primera para tener su movimiento correspondiente juntamente con ellas. Parece inútil advertir , que todos los ejes estan colocados perpendicularmente á los planos de los discos del instrumento llevando cada uno su piñon ; que la primera rueda lo mismo que la segunda tienen sus piñones , iguales en diámetro de 6 líneas $\frac{1}{2}$, y en número de estrías , fijos é inseparables de sus ejes ; que el estremo superior del eje de la segunda por haber de ser mas corto que los demas , en lugar de estar apoyado al disco graduado como se verifica con los otros dos , lo está á una pieza de laton en forma de caballete que está sujetado por sus estremos al disco inferior ; que la primera lleva su piñon en la mitad de su eje estando ella en la parte superior ; la segunda , que se nota en la parte media , tiene su piñon en la parte inferior , y la tercera , que se halla fija en la parte inferior de su eje , lleva su piñon de mayor diámetro = 9 líneas y mayor número de estrías que los demas en la parte superior del mismo eje entrando este por el agujero del centro de aquel piñon , donde gira con movimiento independiente de su eje y por lo tanto de la citada rueda. Porque , como los dientes de las ruedas han de engranar con las correspondientes estrías de los piñones para el movimiento respectivo , esto no podria verificarse siempre que ruedas y piñones estuviesen colocados en una situación diferente de la que se ha explicado ; esto es , no podrian los dientes de la primera rueda engranar con las estrías ó aluchos del piñon que se halla sostenido por el eje de la última , si estando este en la parte superior , se hubiese situado aquella en la inferior ó al contrario ; y lo mismo se debe entender de las otras dos.

El diámetro de la primera rueda juntamente con el radio del piñon tercero exceden al radio total del disco graduado, y de aquí es la irregularidad que se nota saliente en la parte superior de la superficie convexa del cilindro ó guardapolvo cuando el instrumento está cerrado. Los dientes de la primera rueda engranan con las estrías ó aluchos del piñon tercero, los dientes de la segunda con los del piñon primero, y las de la tercera con los aluchos del piñon de la segunda. El diámetro de la rueda segunda es igual al de la tercera, como y tambien sus gruesos y demas dimensiones; los piñones primero y segundo tienen igual número de estrías ó aluchos y en todas sus dimensiones son iguales; pero el tercero, aunque tiene su altura igual á la de los otros dos, como debe contener mayor número de aluchos, tiene tambien las demas dimensiones mayores. Este piñon tercero, que se ha dicho estar agujereado por el centro saliendo por la parte superior de la roseta en forma de exágono, lleva de firme el índice que debe marcar los minutos y segundos. El eje de la tercera rueda que es concéntrica á la roseta y al piñon último, teniendo su forma cilíndrica, y habiendo pasado por el agujero de esta misma figura que atraviesa por su centro á aquel piñon, sale finalmente por su parte superior en forma de cuadrado, en donde se ve acomodada la magistral, á fin de tener su movimiento correspondiente para indicar en la roseta los grados y minutos de 6 en 6 por medio de los nonios que se observan en sus extremos. El movimiento de todas las ruedas, y por consiguiente de la magistral é índice para marcar los grados, minutos y segundos en las partes de la roseta, se obtiene haciendo girar la rueda primera. El eje de esta sale en la parte inferior del disco no graduado, cuyo remate es un cuadrado en

que se halla acomodado un cilindro ó tambor sólido de laton del grueso de 7 líneas y diámetro una pulgada 8 líneas , que girando él da movimiento á toda la máquina. Para obtener este movimiento muy suave y con la lentitud que se requiere , al rededor de dicho tambor se han construido unas semiespiras cóncavas , que enroscando con las convexas que tiene la espiga de cierto tornillo , dan un movimiento sin fin muy dulce á dicha máquina. Cuando se pretende un movimiento mas veloz con solo destornillar un tornillo de presion , que se observa en el armazón en que está apoyado dicho sin fin , se separa dicho tornillo de aquel tambor la cantidad necesaria para que este pueda girar libremente , dándole el impulso directamente con la mano. A fin de que el eje de la primera rueda no bambolée en el agujero del disco inferior , que atravieza , y se mantenga siempre apretado al disco superior , en que apoya , se ha construido una pieza de laton en forma de caballete , que abrazando todo el referido armazón , y estando sujetado en el disco inferior por sus dos extremidades , tiene en la dirección de dicho eje un agujero con sus muescas que sirven de tuerca ó hembra á la espiga de un tornillo que remata en punta cónica , y va á encontrar un punto que tiene marcado en el centro la misma extremidad inferior del eje de la primera rueda. Dispuesto en los términos expresados el instrumento , y una vez que son todas las referidas piezas tan unidas , todos sus juegos y mecanismo construidos con tanta finura , y las llaves con que se comunican los movimientos tan ajustados , que demuestran bien á la simple inspección lo mucho que puede el arte cuando está apoyado en conocimientos científicos ¿que posición podrá desearse que no se obtenga inmediatamente con toda exactitud ? y cuanta no será la

TOMO X.

Ee

suavidad y dulzura de todos sus movimientos?

Todo lo dicho solamente se ha dirigido á dar á conocer las piezas de que consta el todo del ya descrito instrumento; y una vez que esta parte interesante se halla concluida con bastante difusion, pasemos ya á examinar las leyes con que obra el todo de la máquina para marcar los grados, minutos y segundos con precision por medio de los movimientos comunicados por las ruedas con velocidades diferentes á la magistral é índice referidos que es el principio constitutivo de su invencion.

Para esto, llamemos A el número de dientes de la primera rueda, B los dientes de la segunda, C los de la tercera; llámense tambien a el número de estrías ó aluchos del primer piñon, b los aluchos del segundo, c los del tercero. Sean igualmente i las revoluciones del índice, y m las revoluciones de la magistral, y resultará $i = \frac{A}{c}$, y $m = \frac{a.b}{B.C}$. Porque si se suponen A' , B' , C' , a' , b' , c' , las revoluciones respectivas de las ruedas y piñones se tendrá.....

$$c : A :: A' : c' = i = \frac{A' \cdot A}{c}$$

$$B : a :: a' = A' : B' = \frac{A' \cdot a}{B}$$

$$C : b :: b' = B' = \frac{A' \cdot a}{B} : C' = m = \frac{A' \cdot a \cdot b}{B.C}; \text{ pero}$$

como las revoluciones del índice son contemporáneas á las de la magistral, el número de grados que ha de valer i será siempre igual al número de grados que vale m , y por lo tanto será $\frac{A}{c} = \frac{a.b}{B.C}$ fórmula por medio de la cual se deducirá con la mayor facilidad los turnos y partes de la roseta corridos respectivamente por el índice y magistral; sus velocidades y valores respectivos de cada turno y parte de divi-

sion ; y se verá que las revoluciones y número de partes andadas estan entre sí como sus velocidades ; pero que los valores de cada turno y division de la roseta , comparados con el índice y magistral , estan en razon inversa de las mismas velocidades.

Ahora , pues , una vez que son 180 los dientes de la primera rueda y engranan con los 20 aluchos del piñon tercero con quien está unido el índice, es evidente que un turno de aquella producirá 9 turnos al piñon con cuyos aluchos engranan sus dientes , y por lo tanto , igual número de revoluciones al índice representadas en la fórmula con la expresion $\frac{A}{c} = \frac{180}{20} = 9$.

Los 15 aluchos del primer piñon , que ha dado tambien un turno como su rueda , por estar fija en su eje , habrán comunicado á la rueda segunda por medio de sus 150 dientes con que engranan un décimo de turno $= \frac{a}{B} = \frac{15}{150} = 0'1$; este décimo de turno ha sido comunicado igualmente al segundo piñon unido de firme con su eje , y como sus aluchos son tambien 15 , dicho décimo de turno en el piñon segundo resultará expresado en aluchos del mismo por $\frac{a.b}{B} = \frac{15.15}{150}$, que son un alucho y medio igual un décimo de turno del piñon. Finalmente , este mismo décimo de turno del piñon segundo , que engrana sus 15 aluchos con los 150 dientes de la tercera y ultima rueda , debe haber producido en ella un centésimo de turno , que resulta expresado en la fórmula por $\frac{a.b}{B.C} = \frac{15.15}{150.150} = \frac{225}{22500} = 0'01$, y por lo tanto la magistral , que se halla fija con el eje de esta , debe haber corrido la misma cantidad.

De lo dicho hasta aquí resulta $\frac{A}{c} = \frac{a \cdot b}{B \cdot C}$, ó bien $9 = 0^{\circ}01$; expresión que manifiesta las velocidades respectivas del índice y magistral; y como el primer miembro de la ecuación $\frac{A}{c} = 9$ indica la velocidad del índice, y el segundo miembro $\frac{a \cdot b}{B \cdot C} = 0^{\circ}01$ la velocidad de la magistral, deducirémos que 9 turnos del índice equivaldrán á un centésimo de turno de la magistral. Á mas de esto el número de revoluciones del índice siempre será igual al número de revoluciones de la magistral multiplicado por el producto de los dientes de las ruedas partido por el producto de los aluchos de los piñones; y las revoluciones de la magistral se hallarán siempre multiplicando el número de revoluciones del índice por el producto de los aluchos de los piñones partido por el producto de los dientes de las ruedas: porque segun las leyes de mecánica y teoría de las ruedas dentadas tenemos las proporciones siguientes.

$$c : A :: A' : c' = i$$

$$a : B :: B' : a' = A'$$

$b : C :: C = m : b' = B'$; multiplicando y simplificando será $c \times a \times b : A \times B \times C :: m : i = \frac{m \cdot A \cdot B \cdot C}{c \cdot a \cdot b}$,

y $m = \frac{i \cdot c \cdot a \cdot b}{A \cdot B \cdot C}$; y por lo tanto el índice dará 900 revoluciones mientras que la magistral complete una de las mismas, é inversamente.

De aquí se sigue, que una vez que un turno de la magistral equivale á los 360° de la circunferencia de la roseta, un turno del índice equivaldrá á $\frac{360^{\circ}}{900} = 0^{\circ}4$, esto es 24 minutos; pero como toda la circunferencia de la roseta está dividida en 720 partes iguales, cada minuto valdrá $\frac{720}{24} = 30$ de las referi-

das partes corridas por el índice , y por lo tanto cada parte de la division de la roseta al paso que vale $\frac{360}{720} = 30$ minutos andada por la magistral , corrida por el índice tendrá el valor de $\frac{24}{720} = 2$ segundos. Luego por medio de esta simple máquina podrá contarse la graduacion de dos en dos segundos , y aun sin necesidad de lente alguna por ser bastante sensibles las partes de la division estimarse las unidades de aquellos.

De todo lo dicho se infiere , que la máquina es tal , que siempre que la tercera rueda , que es la del centro , y lleva la magistral , haya dado una revolucion completa , la segunda rueda habrá dado diez turnos , y la primera , que es la que da todo el movimiento á la máquina , debe haber dado ya cien revoluciones completas y exactas sobre su eje ; pero siempre que esta da una revolucion el índice debe dar nueve ; luego siempre que la magistral haya concluido exactamente una revolucion , habrá el índice completado 900 de estas revoluciones ; y por lo tanto la velocidad de la magistral estará con la velocidad del índice en la misma razon que 1 : 900 ; y así cuando la magistral habrá andado 30 minutos , que es $\frac{1}{7}$ de la circunferencia de la roseta , el índice debe haber corrido ya $\frac{2}{7}$ de la misma , que es igual á una revolucion entera y un cuarto de otra.

Luego , aunque las 720 divisiones de la roseta nos sirven para conocer cuanto han andado respectivamente el índice y magistral , segun los cálculos y combinaciones referidas , deben aquellas , no obstante , tener diferente denominacion cuando se refieren al índice de la que tienen cuando se refieren á la magistral , pues que , segun se ha visto , cada division en el primer caso es igual á dos segundos , siendo en el segundo caso equivalente á 30 minutos . Y por lo tanto en la circunferencia del disco gra-

duado ó roseta se observan escritos de **5** en **5** los grados desde cero hasta 360° , y esta numeracion sirve para la magistral, notándose al mismo tiempo otra numeracion un poco mas distante del centro que empieza con la misma division del cero hasta 24 minutos, correspondiendo $1'$ al frente de los 15° , $2'$ al frente del 30° , $3'$ al frente de 45° , y así sucesivamente, concluyéndose á los $24'$ que debe corresponder en frente de los 360° ; de modo, que así como diez divisiones ó partes de la roseta, segun la numeracion interior, equivalen á 5 grados, treinta de las mismas divisiones, segun la numeracion exterior, tendrán el valor de un minuto, y por lo tanto debe el índice haber corrido una revolucion y un cuarto de otra $= 24' + 6'$, para que la magistral haya andado una division ó parte de la roseta $= 30'$; luego dos divisiones en la magistral $= 1^\circ$, estarán representadas por dos revoluciones y media del índice $= 24' + 24' + 12'$; tres divisiones en la magistral $= 1^\circ 30'$, serán indicadas por tres revoluciones y tres cuartos de otra en el índice $= 3 \times 24' + 18'$; y finalmente 4 divisiones andadas por la magistral $= 2^\circ$, por medio del índice resultarán equivalentes á 5 revoluciones completas y exactas $= 24' \times 5 = 120' = 2^\circ$.

De aquí es, que para mayor comodidad del observador y evitar toda equivocacion en el estimar las revoluciones y quebrados de revolucion que ha corrido el índice para contar la graduacion, considero muy útil, por no decir necesario, el sustituir á los estremos de la magistral, en lugar del *nonio* que indica las divisiones de la roseta y cuartos de revolucion del índice, otro *nonio* ó *vernier*, que estando dividido en cinco partes iguales, abrazase cuatro extensiones de la roseta, tales, que cada una de estas contuviese cuatro divisiones de la misma, segun el sistema de esta division, una vez que son cinco las

revoluciones exactas que ha de correr el índice para que la magistral haya pasado cuatro de aquellas divisiones ; y de este modo se lograria inmediatamente el conocer las revoluciones enteras del índice 6 cuantas veces 24 minutos debian añadirse á los grados , minutos y segundos que marcan la magistral é índice , para obtener el valor de los ángulos observados que son iguales á los que forman los ejes ópticos de los anteojos cruzándose en el centro mismo de la roseta.

Una vez que la precision de este instrumento llega á 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 ; y de aquí es , que el vacío (*) que dejan ó deben dejar los dientes de las ruedas con su engranamiento en los aluchos de los piñones cuando se dé á la máquina un movimiento contrario , parece no deberá causar inconveniente alguno á la precision de los resultados , siempre que manejado por un sujeto inteligente rectifique las posiciones de los anteojos , y demas piezas de que consta y lo requieran antes de observar , y dé la impulsion del movimiento segun la direccion que corresponda. Esto mismo fué ya reparado por el inventor , lo combinó , calculó el resultado que debia dar la máquina con ruedas sin dientes ; esto es , por el simple contacto de cilindros ; y finalmente , despreciando su efecto , se decidió á favor de los resultados que presenta la si-

(*) Este vacío podria evitarse tal vez dando otra forma á los dientes de las ruedas y piñones. Si se lograse desapareceria este que imagino el mayor defecto del instrumento ; podrian con él entonces repetirse los ángulos y cruzarse como se quisiese , sino para la precision , á lo menos para la comprobacion de los resultados.

” Fórmula

” $\frac{A \cdot B \cdot C}{b \cdot c \cdot a}$ = turnos g. Y turnos g $\times R$ = partes corridas por el índice g en un turno de la magistral.”

” Tambien $A+b : A :: fd$ (distancia de los centros) : fm = Radio primitivo. Y $fd - fm = dm$ = radio primitivo del piñon.”

” A estos radios primitivo del piñon , ó al de la
” rueda , se ha de dar una media linea mas , á fin de
” tener el radio verdadero para que engranen los
” dientes de la rueda y piñon , cuya figura y mag-
” nitud deberá perfeccionarse despues con la lima.”

„En esta disposición la máquina dará el resulta-

” do siguiente $\frac{A.B.C}{b.c.a} = \frac{4050000}{4500} = 900$ turnos g. Que
 ” multiplicados por $R=720$ divisiones de la rosa da-
 ” rá 648000 partes corridas por el índice en un turno
 ” de la magistral.”.

” Si dividimos los 360° del círculo , ó = 1296000
” por dicho número de partes 648000 , el quociente
” dará 2 segundos valor de cada parte corrida por el
” índice g.

" Si en lugar de dividir la circunferencia en medios grados ó en 720 partes la dividimos en cuartos

» de grado , 6 en 1440 partes , cada una de estas se-
» rá de un segundo.”

” La roseta dividida en 720 partes 6 medios gra-
” dos resultará. 1^{ro} : Que cada turno del índice g
” será de 24 minutos cabales. 2^{do} : Que cada 30
” partes de la roseta serán iguales á un minuto. 3.^{ro} :
” Que cada dos y medio turnos de g darán un gra-
” do de movimiento á la magistral.”

La nota que se acaba de transcribir , manifiesta la mayor correspondencia entre los cálculos que contiene y los arriba descritos que son los que da el instrumento. Las dimensiones pueden tener alguna discrepancia , pues se ignora la medida que se adaptó en la nota , cuando las nuestras son del pie de Burgos. La fórmula solamente difiere en cuanto en la nota se supone el principio del movimiento en la rueda del centro , que nosotros llamamos tercera , y en ella se designa por *A* , esto es *primera* , porque en efecto el inventor pensaba cuando escribió aquella nota dar el movimiento á toda la máquina por medio de la rueda del centro , y no por la que determinaron despues unánimes inventor y constructor , que es como se ve en el dia.

Este instrumento , que manejado con conocimientos puede sustituir y aun aventajar á los demás de esta clase empleados hasta ahora para las operaciones geodésicas , es capaz de estenderse aun á las observaciones astronómicas ; porque una vez que por medio de los dos juegos sin fin , que se han descrito y se notan debajo de él , puede tomar todas las posiciones tanto horizontales , como verticales , y con cualquiera inclinacion sobre el horizonte , teniendo al mismo tiempo cada uno de los anteojos su movimiento independiente del otro , con la facultad de poderse fijar en cualquiera direccion , podrán observarse los astros , sea la que se quiera su posicion en el

cielo. Á este fin , pues , se han construido para los dos anteojos unos vidrios objetivos de mayor diámetro que los regulares , llamados vulgarmente vidrios de noche , y un ocular con dos vidrios de color , el uno un poco mas oscuro que el otro para temperar con ellos , segun la intensidad , los rayos de luz que despide el astro que se observa. Pero antes de observar con este instrumento siempre será necesario colocar debidamente los correspondientes niveles de aire , segun se ven en las láminas , ú otros equivalentes , á fin de poder lograr con todo rigor y precision las posiciones que se requieran á dicho objeto.

El uso de los instrumentos para observar con finura y obtener resultados de confianza siempre se supone acompañado de mucha teórica y suficiente práctica ; pues que con solo la primera es imposible manejar con precision y con la delicadeza que requieren todos los instrumentos de esta clase , y con solo la segunda se obtendrán solamente resultados rutinales , que por tales , aunque exactos , siempre deben ser de poco aprecio. El sugeto , pues , que esté dotado de ambas circunstancias , y tenga presente el modo de contar la graduacion , segun se acaba por estenso de detallar , ninguna dificultad tendrá en el uso del *precisivo* ; al paso que aquel á quien falte alguna de ellas , se veria embarazado en su manejo y uso aun despues de la mas difusa explicacion. Por lo que concluirémos diciendo , que son tantos los bienes que pueden resultar á la sociedad , si se logra , como se espera , acomodar aquel método sencillo y precisivo de division á los instrumentos de matemática tanto geodésicos , como astronómicos y náuticos , que mi entendimiento absorto al considerarlos titubea , y mi debil pluma no se atreve á calcular. La geografía , la astronomía y la na-

vegacion, bases de todo el comercio y por lo mismo de la felicidad de las naciones, tributarán entonces rendidos homenajes al genio que tanto las ilustra y adelanta; y los sabios llenos de gratitud y ternura, no podrán ménos que esclamar. Gloria á Canellas! Loores al inventor de tanta precision!

Barcelona 11 de marzo 1820.

Onofre Jaime Novellas.

ESPLICACION**DE LAS LÁMINAS 117 y 118.****Figuras 1^a y 2^a**

Vista del instrumento montado en su pie en disposicion de rectificar y tomar alguna observacion.

- A, A, A, A.** Anteojos astronómicos acromáticos para la clara distincion de los objetos.
- B, B, B, B.** Pieza para graduar la claridad de los anteojos segun la vista del observador y distancias del objeto.
- C, C, C, C.** Armazon que sostiene los anteojos.
- D, D.....** Pieza para rectificarlos.
- E, E, E, E.** Regla y montantes para llevar y dirigir el anteojo superior.
- F, F, F...** Argolla en que estan afirmados los montantes que llevan al anteojo superior para su movimiento independiente del otro.
- f, f.....** Piezas para impedir el bamboleo de la argolla.
- G, G.....** Tornillo de presion para sujetar la argolla con el disco inferior.
- H.....** Tornillo de ajuste para el anteojo superior.
- g.....** Armazon que lleva á este tornillo.
- I, I, I...** Disco inferior.
- J, J, J, J..** Disco superior.
- K, K, K...** Guardapolvo.
- L, L, L, L.** Alidadas ó magistral.
- M, M, M, M.** Niveles de aire para las rigurosas po-

siciones horizontal y vertical del instrumento.

N, N, N... Tambor sólido que lleva al sin fin para el movimiento horizontal.

P, P..... Pieza que lleva de firme al juego y tornillo O, O, O que enrosca con el sin fin.

Q, Q..... Rueda no entera que contiene el sin fin para el movimiento vertical.

R, R..... Pieza que lleva al tornillo S, S, que enrosca con dicho sin fin. Esta pieza en su parte inferior lleva al cilindro sólido que se mete en el pie.

T, T..... Tornillo que sujetá al instrumento con el pie.

U, U..... Árbol del pie del instrumento.

V, V, V, V, V. Tornillos para poner el árbol vertical. Estos son cuatro como representa la figura 3^a.

X..... Tornillo que enroscando con el sin fin da dulce movimiento á la máquina.

Y..... Tornillo que separa al anterior del sin fin.

Z..... Caballete y tornillo que sostienen al eje de la primera rueda, en cuyo extremo inferior está de firme el tambor sólido del sin fin esplicado.

a..... Llave para dar movimiento á los tornillos O y S.

b..... Llave para dar movimiento al tornillo Y.

Figura 4^a

- Vista del instrumento por la parte superior sin los anteojos.
- A.... Disco superior, cuya circunferencia está dividida en 720 partes iguales, llamado rosseta.
- B.... Alidadas ó magistral que marca los grados.
- C.... Aguja ó índice que marca los minutos y segundos (*el Canellas*).
- D.... Amazon para sostener al anteojito inferior.
- E.... Estremo superior del eje de la última rueda.
- F, F. Niveles de aire para poner al plano horizontal.
- G, G. Armazones que llevan á los montantes y á los tornillos de presion H, y de ajuste J del anteojito superior.
- K... Guardapolvo.
- L, L. Cabezas de los tornillos que enroscan con los pilares para sujetar los dos discos con el guardapolvo.

Figura 5^a

- Vista del instrumento por la parte inferior sin el pie.
- A.... Disco inferior.
- B.... Tambor del sin fin horizontal (N. figura 1^a)
- C.... Tornillo que enrosca con él sin fin vertical Q figura 1^a.
- D.... Tornillo Y figura 1^a.
- E.... Amazon que lleva á dicho tornillo.
- F.... Tornillo que da el movimiento á la máquina enroscando con el sin fin del tambor G.

- H..... Caballete y tornillo en que apoya el es-
tremo inferior de la primera rueda.
- J, J..... Armazon que lleva los montantes y tor-
nillos de presion y de ajuste K del anteojos superior.
- L, L..... Piezas que lleva la argolla para que no
bamboleé.
- M, M, M. Cabezas de los tornillos que enroscan con
los pilares, para sujetar los dos discos
con el guardapolvo.

Figura 6^a

Vista interior del instrumento por la parte
superior sin el disco graduado.

- A..... Rueda primera con 180 dientes.
- B..... Rueda segunda con 150 dientes.
- C..... Caballete que sostiene al eje de la segun-
da rueda.
- D..... Rueda tercera con 150 dientes.
- E, E, E. Pilares en que enroscan los tornillos que su-
jetan los dos discos con el guardapolvo.

Figura 7^a.

Vista de perfil de la parte interior del ins-
trumento.

- A, A... Pilares para sujetar los dos discos.
- B, B... Guardapolvo.
- C..... Disco superior y magistral.
- D..... Disco inferior.
- E..... Armazon afirmado á la magistral que lleva
el antejo inferior.

232

- F. Tambor sujetado al estremo inferior del eje de la primera rueda, que contiene el sin fin para el dulce movimiento de la máquina.
- G. Tornillo que enrosca con el sin fin referido.
- H. Tornillo que une y separa al anterior del sin fin.
- J. Tornillo y caballete que afianza al eje de la primera rueda para que no bamboleé.

Figura 8^a

Vista del instrumento por la parte superior con los anteojos algo cruzados.

- A. Anteojos superior.
- B. Anteojos inferior.
- C. Regla que lleva al antejo superior.

Fig. 1^a

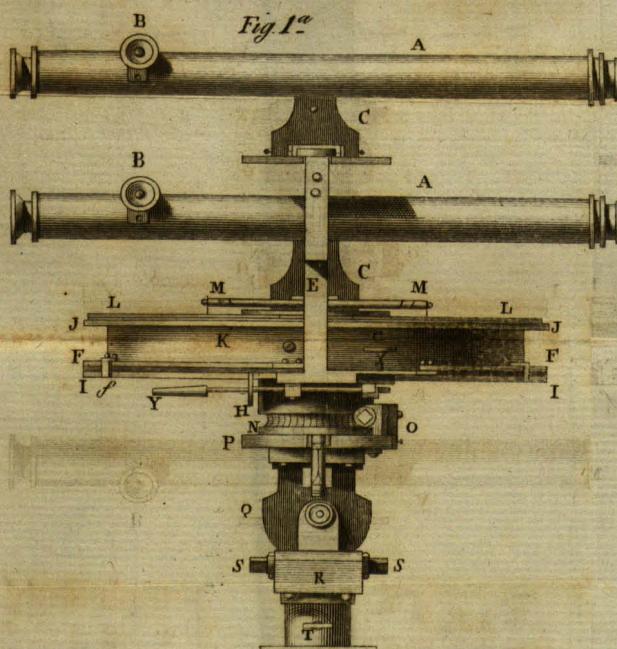


Fig. 2^a

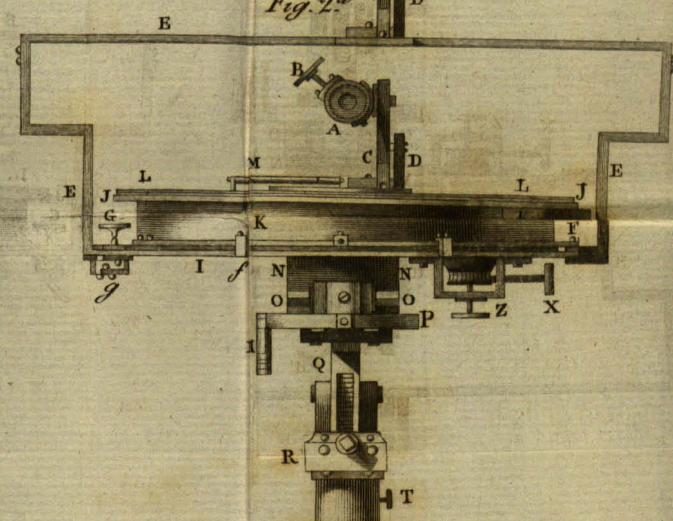


Fig. 3^a

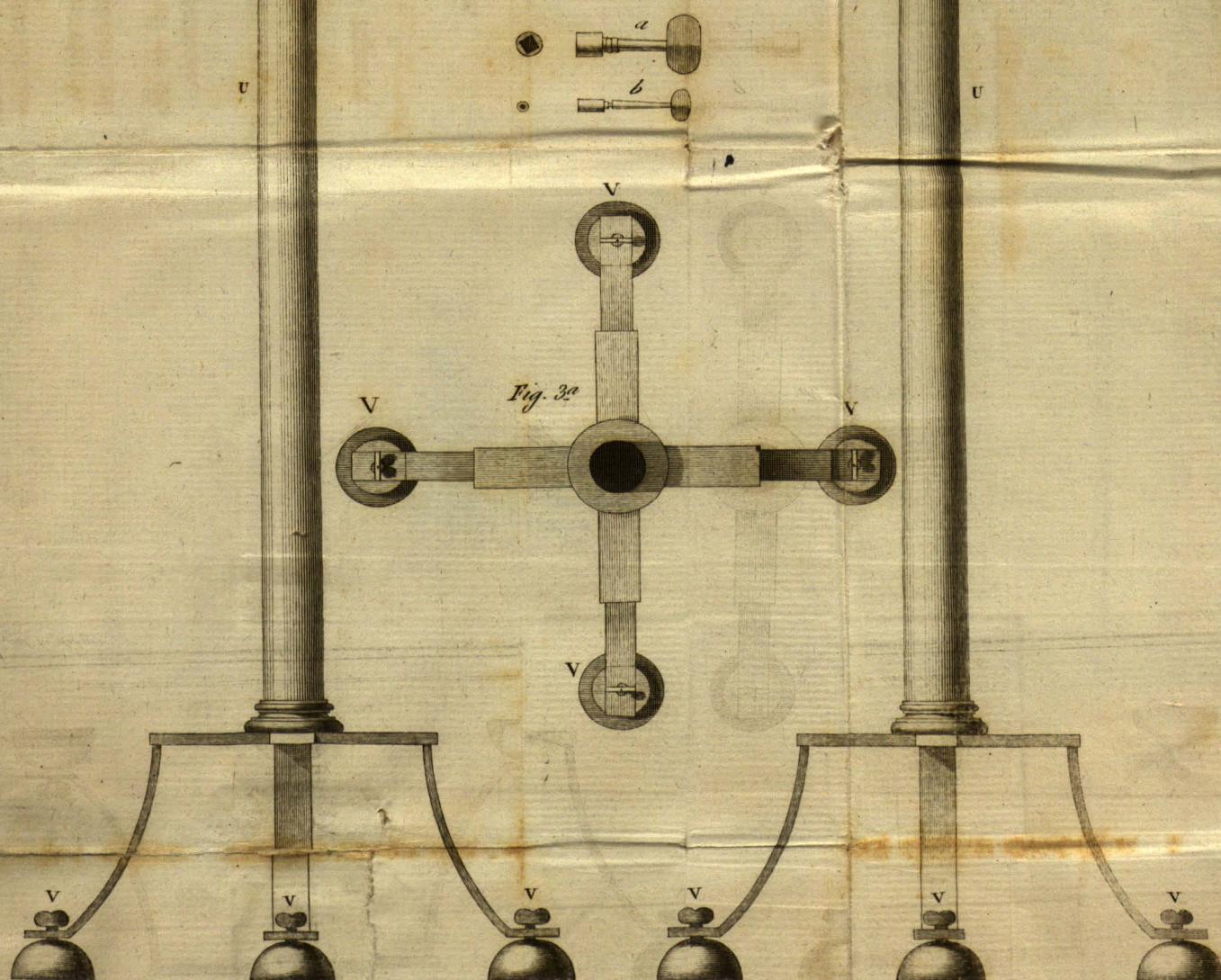


Fig. 4.

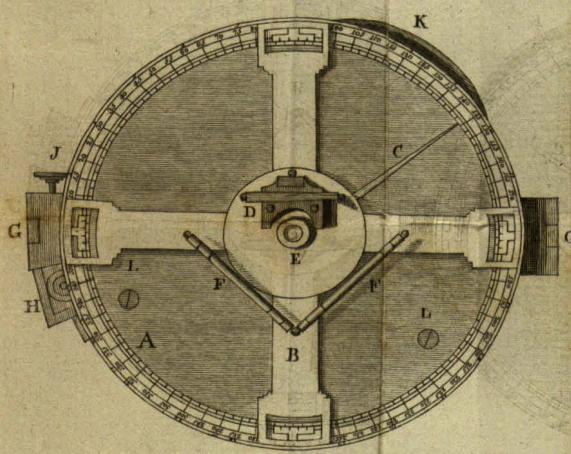


Fig. 5.

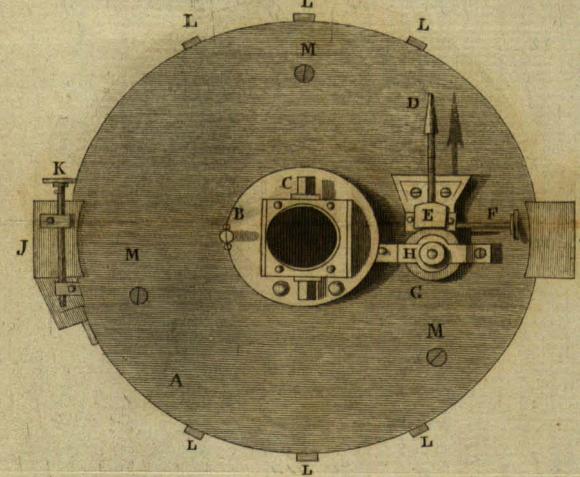


Fig. 7.

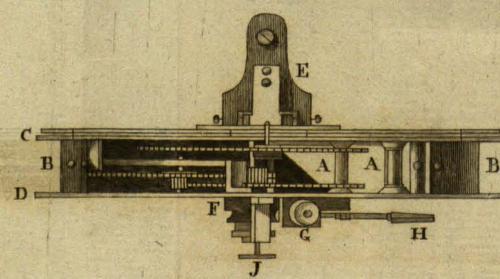


Fig. 6.

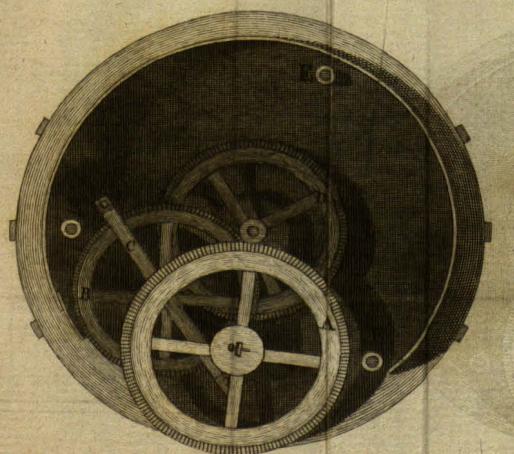


Fig. 8.

