EL ANEROIDE DE CONTACTO

JORGE ALVAREZ LLERAS
Director del Observatorio Astronómico Nacional—Bogotá

Entre los instrumentos destinados a medir la presión atmosférica ninguno ofrece más comodidad de manejo que el llamado *aneroide,* aparato que se funda esencialmente en la observación de las depresiones elásticas de una caja metálica a que se ha hecho el vacío.

Esta caja de paredes muy delgadas se sostiene levantada merced a la acción de un resorte antagonista que hace equilibrio a la presión exterior; no necesitando esta parte del aparato descripción especial, pues es sencillísima y perfecta.

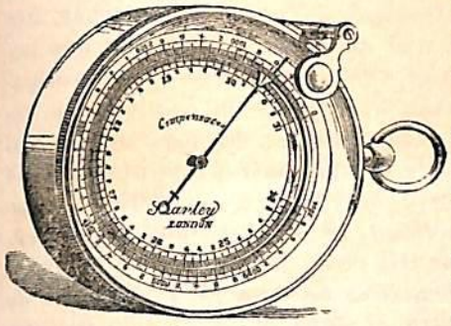


Figura 1a.

La forma de esta caja o cámara neumática es aproximadamente la de una lenteja, cuyas caras circulares, generalmente corrugadas, se mantienen separadas por acción del resorte dicho. Como se ve, tanto en la cámara dicha, como en el resorte, no hay error posible en las medidas, siendo las depresiones del sistema proporcionales a las presiones externas.

Desgraciadamente la medida de tales depresiones es muy difícil, porque no se puede ejercer sobre el sistema: resorte y cámara neumática, presión alguna distinta de la presión atmosférica, pues ello alteraría la precisión de la medida que se pretende.

Algunos constructores han recurrido, con este objeto, a un tornillo micrométrico muy fino y preciso que lee las depresiones de la caja o cámara, haciendo un contacto muy suave, por intermedio de resortes adicionales. Otros, y son los más, adoptan complicadísimos sistemas de transmisión, de múltiples piezas mecánicas, complicadas, delicadísimas y que son la causa de los errores de lectura que se observan en tales instrumentos.

En la figura 2ª se observan las piezas de transmisión usadas en un barómetro aneroide común. En esta figura se ven: la cámara barométrica *A*; el resorte antagonista *B*; el tornillo *J* que sirve para regular la tensión de ese resorte; la barra *C* que comunica los movimientos de la caja o cámara a un sistema de palancas *b*, y la cadenilla *E* que transmite los movimientos de las palancas *b* a un eje *F* que lleva la aguja *H*.

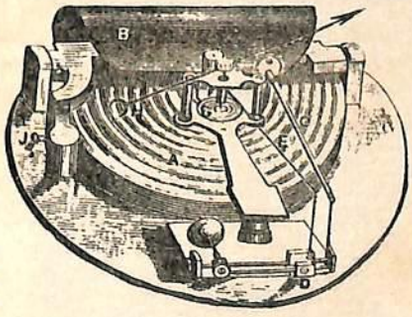


Figura 2a.

El aspecto exterior del instrumento es el indicado por la figura 1ª

Como puede observarse, el ajuste de todas estas piezas: palancas de transmisión, cadenilla que se enrolla sobre el eje de la aguja, fino resorte en espiral que mantiene tensa esta cadenilla, etc., etc., es sumamente difícil, bastando cualquier choque o roce para desarreglarlo, alterándose totalmente con ello las lecturas del instrumento. Además, tan complicado juego de transmisiones presupone retardos imposibles de evitar: por eso estos aparatos, con el sistema que se acaba de indicar, merecen muy poca confianza, fuera de que tienen muy escasa sensibilidad.

Hay otros constructores que recurren, como se ha dicho, a medidas efectuadas por medio de un tornillo micrométrico que toca, a cada lectura, una pieza plana soldada con el resorte *B*, en el punto en que éste obra sobre la cámara neumática. Para acertar cuándo el tornillo micrométrico efectúa este contacto se usan dos finos resortes intermedios que deben deprimirse cierta cantidad. Esta cantidad se determina por un enrace que se observa al dar vuelta al tornillo micrométrico.

Evidentemente este sistema es mucho más sencillo y exacto que el descrito primeramente. Pero esto no quiere decir que no esté exento de error, por cuanto la depresión de estos resortes intermedios se efectúa ejerciendo una ligera presión sobre la caja neumática.

Por estas razones se ha ideado el instrumento que se denomina: *barómetro aneroide de contacto eléctrico,* o, simplemente: *aneroide de contacto.*

Este instrumento se ha construído en el Observatorio, de acuerdo con la fotografía que figura en la plancha, y ha probado una exquisita sensibilidad y una gran precisión en las lecturas. Para emplearlo se ha usado una pequeña fuerza electro-motriz, inferior a un voltio, y un voltímetro regularmente sensible y de gran resistencia óhmica; de suerte que la corriente que acusa el contacto es de muy pequeña densidad y no puede alterar las superficies de contacto, que siempre se mantienen limpias y pulidas.

La construcción del instrumento ideado por nosotros no puede ser más sencilla.

Descripción del aparato—En el dibujo que acompaña a esta descripción (Véase la lámina o plancha aparte), pueden examinarse los detalles de construcción del *aneroide de contacto* en la siguiente forma: *QQ* son dos cajas neumáticas en serie, que se conectan en la forma indicada para aumentar la superfi-

cie de presión y hacer más sensibles las depresiones del tope indicado con la letra *m*. La disposición del resorte antagonista, de las pilastras *N* y del tornillo *S* es la misma usada en los aneroides comunes, y sirve para regular la tensión del resorte *R* y para corregir el índice del aparato. El tornillo micrométrico *T* enrosca en *n*, sobre la placa *V V*, que hace cuerpo con la caja cilíndrica que contiene todo el mecanismo. Ese tornillo forma cuerpo común con la rueda dentada *U*, que engrana con el piñón *E*. Este piñón y el piñón más pequeño *O* son solidarios. La rueda dentada *B* que engrana con el piñón *O* gira alrededor del eje común *m r*, que es el mismo tornillo micrométrico *T*.

Para hacer girar el tornillo micrométrico *T*, se hace uso de la cabeza *M*. El movimiento de *M* se transmite, por el sistema de engranajes cónicos indicado en el dibujo, al piñón *X*, que engrana con la rueda *U*. Como se dijo, esta rueda *U* arrastra al tornillo micrométrico *T*, e igualmente al disco *C*, en donde están grabadas las divisiones en blanco y negro indicadas en el dibujo. (Proyección horizontal). La aguja *A* es solidaria con el cono que soporta la rueda *B* y es parte común con ésta; de suerte que la aguja *A* gira con la rueda *B* cuando el piñón *O* le transmite el movimiento que le comunica la rueda *U*, por intermedio del piñón *E*. La relación de los engranajes es de tal suerte que cuando el disco *C*, solidario con la rueda *U*, da una vuelta completa, es decir, cuando el tornillo *T* avanza en el paso de la rosca, la aguja *A* recorre una división de las marcadas sobre el círculo negro exterior de la proyección horizontal.

En *P* se encuentra la pila de 1 voltio que se conecta con la armazón exterior del instrumento y con el conjunto de los elementos colocados encima de la placa *V V*, conjunto que debe estar eléctricamente aislado de la armazón dicha.

El circuito de la pila que comprende el galvanómetro *C*, se cierra por medio del contacto en *m*, en donde debe haber una plaquita de plata pulida.

Generalmente se debe tener levantada la punta, también pulida, del tornillo micrométrico *T*. Para un estado determinado de depresión del resorte *R* se hace la medida girando la cabeza *M* de modo que dé vueltas el tornillo micrométrico, juntamente con el disco dicho *C*. El mecanismo indicado hace mover la aguja *A* de modo, según se explicó, que a cada vuelta del disco *C*, avanza la aguja *A* una división de la circunferencia exterior. Cuando se hace el contacto, es decir, cuando la punta del tornillo micrométrico toca exactamente en *m*, el galvanómetro *G* lo indica.

El instrumento construído en el Observatorio es naturalmente burdo y poco rígido; sin embargo su empleo ha demostrado que es tan exacto y tan sensible como un barómetro de mercurio, siendo mucho más sencillo que éste, por no necesitar las correcciones que exige el barómetro. Naturalmente suministra mayor precisión en la determinación de la presión barométrica que el hipsómetro. En el hipsómetro existe una indeterminación que no se puede apreciar *a priori*, consistente en la diferencia de presión que debe existir entre el recipiente en donde se coloca el termómetro y el aire exterior, para que se escape el vapor. Esta diferencia depende de la velocidad con que sale ese vapor, es decir, del orificio de salida y de la capacidad de evaporación del instrumento. Además, las lecturas del termómetro son difíciles y poco precisas.

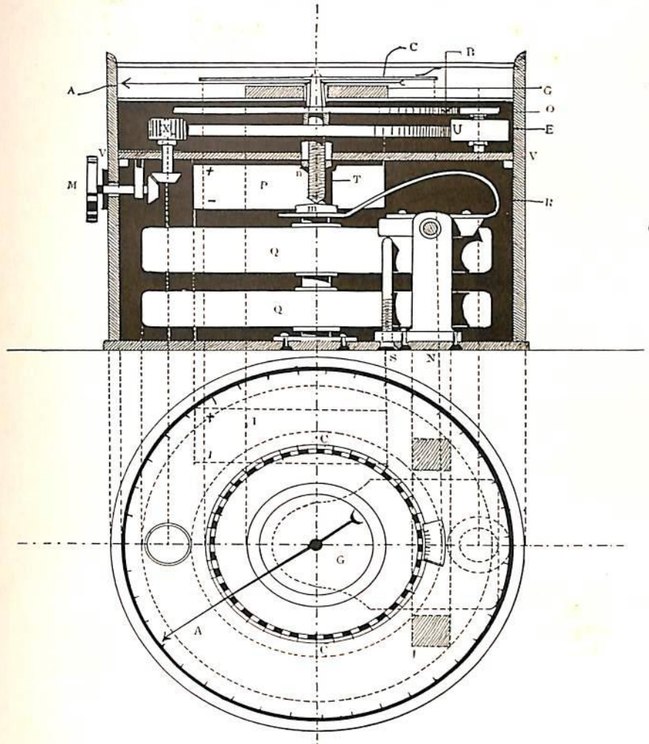
Las razones anteriormente expuestas nos han movido a recomendar el *aneroide de contacto* que hemos ensayado en el Observatorio en la determinación de la variación horaria de la presión, con excelente resultado. Las ventajas de este instrumento son: 1ª *Constancia y estabilidad: el aparato no tiene nada que se desarregle.* 2ª *Gran sensibilidad y extraordinaria exactitud.* 3ª *Portabilidad: el instrumento es tan portátil como un barómetro aneroide ordinario,* y 4ª *Sencillez de manejo: el aneroide de contacto suministra el dato de la presión directamente, mediante una simple lectura.*

Para corregir el instrumento si por cualquier motivo hubiere sufrido un cambio, por un golpe, por limpieza del mismo, o por cualquiera otra causa, bastará con compararlo con un barómetro de mercurio. Una vez conocida la presión, después de hechas las correcciones que necesita el barómetro, se moverá la cabeza *M* hasta que la aguja *A* y el disco *C* indiquen la lectura que debe tenerse para esa presión. En seguida se mueve el tornillo *S* hasta que se verifique el contacto indicado por el galvanómetro *G*.

Sinceramente creemos prestar un servicio eficaz a la Topografía y a los viajeros que deseen obtener nivelaciones barométricas de precisión sin el manejo engorroso del barómetro de mercurio y del hipsómetro, con este *barómetro aneroide de contacto eléctrico,* que no hemos visto descrito en parte alguna y que presentamos brevemente para que los constructores lo construyan y lo ensayen.

Las experiencias hechas al respecto, en el Observatorio Astronómico de Bogotá, nos parecen concluyentes, fuera de que la teoría misma del instrumento no admite objeciones, pues la sensibilidad y precisión que suministra el contacto eléctrico, no pueden conseguirse con ningún otro artificio.

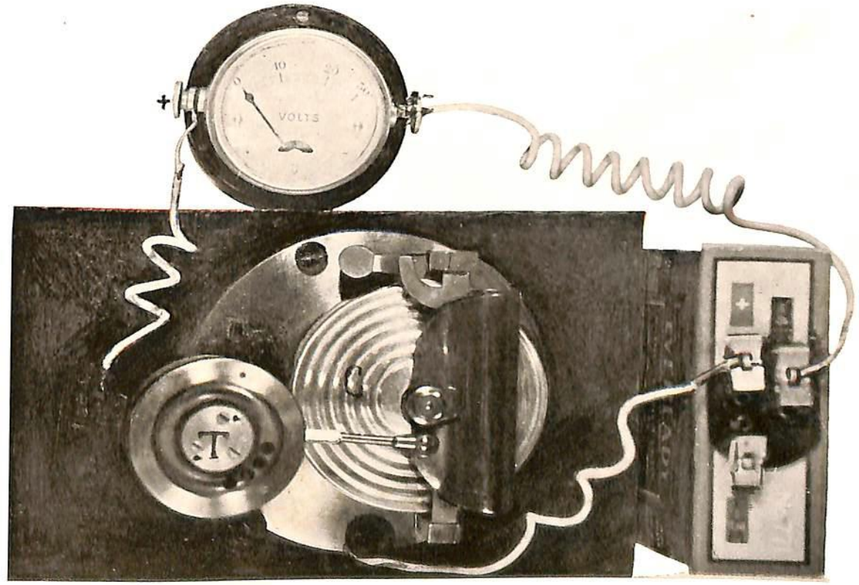
EL BAROMETRO ANEROIDE DE CONTACTO ELECTRICO



CORTE Y PROYECCION HORIZONTAL
DEL INSTRUMENTO PROYECTADO

QQ = Cámaras neumáticas en serie.
T = Tornillo micrométrico.
P = Pila de un voltio.
N = Pilastra-sostén del resorte antagonista.
R = Resorte antagonista.
S = Tornillo de corrección.
M = Cabeza de movimiento para mover el tornillo micrométrico.
X = Piñón de transmisión de ese movimiento.
U = Rueda dentada que arrastra el tornillo micrométrico.
E = Piñón que engrana con la rueda U.
O = Piñón solidario con el piñón E.
B = Rueda dentada que engrana con el piñón O y arrastra a la aguja A.
C = Disco graduado solidario con la rueda U.
G = Galvanómetro.

CORTE Y PROYECCION HORIZONTAL



APARATO CONSTRUIDO EN EL OBSERVATORIO ASTRONOMICO NACIONAL

T = Tornillo micrométrico con lectura en el tambor. C = Cámaras neumáticas en serie.