

via con este ácido, á consecuencia de la cual todo lo que este ácido pueda disolver de la piedra es disuelto; después de lo cual se puede continuar la operación.

La limpieza de estos filtros de ácidos se hace igualmente con agua bajo presión que se hace circular de dentro á fuera.

Para el agua, como para los ácidos, las mejores condiciones de funcionamiento son en general las que dan un gasto próximo de 0,375 litros por hora y por elemento; son las que corresponden al caso en que los agujeros interiores están casi llenos de líquido; toda la superficie interior de estos agujeros queda entonces libre, y la acción capilar, así como la presión exterior, pueden por consecuencia ejercerse completamente.

La experiencia demuestra que disminuyendo el gasto se puede obtener un líquido perfectamente claro; un gasto un poco superior lo da bastante turbio.—O.

MAREÓMETROS Y MAREÓGRAFOS DE SIFÓN

POR

EDUARDO MIER Y MIURA

PRIMERA PARTE

TEORÍA DE LOS MAREÓMETROS Y MAREÓGRAFOS DE SIFÓN

(CONTINUACIÓN)

De emplearse las disposiciones que primeramente hemos indicado, para la boca del tubo de plomo que en las aguas está sumergida, habrán de limpiarse y renovarse la válvula y la palanca con bastante frecuencia; así es que, caso de usarse solamente uno de los dos métodos que hemos expuesto, creemos preferible el que opera en la rama libre del tubo en U del mareómetro, en la que los líquidos empleados pueden y deben estar desprovistos de todo género de impurezas que perjudiquen al buen funcionamiento de las válvulas.

19.—Mareómetros con tubo auxiliar.

Después de lo que hemos indicado acerca de este género de mareómetros, al discutir su teoría, y de las observaciones que llevamos hechas respecto á los demás tipos de mareómetros que hemos descrito, sería pesadez insostenible indicar en qué consisten los mareómetros de tubo auxiliar. Basta echar una mirada sobre la figura 3.^a y recordar cuanto acerca de ella dijimos, para que podamos omitir nuevas descripciones y detalles.

En cuanto al método que ha de seguirse para cargar este género de mareómetros, si conviene indicar que deberá comenzarse, antes de enchufar el tubo de plomo, por llenar los demás de líquido auxiliar, utilizando uno ó los dos extremos de los tubos en U, procediéndose luego á introducir el mercurio necesario por la boca á que luego ha de sujetarse el tubo de plomo. Una vez puesto éste, se efectuará la carga por los medios ya indicados.

Usando líquidos poco evaporables, tales como los aceites grasos, puede en realidad prescindirse por largo tiempo de la corrección que el hecho de evaporarse el líquido auxiliar puede introducir; pero si se emplean líquidos más evaporables, ó por exceso de meticulosidad quiere hacerse toda suerte de correcciones, fácil es proporcionarse los necesarios datos para calcularlas.

Basta para ello colocar al lado del tubo, indicador de los niveles del líquido auxiliar, otro recto, lleno del mismo fluido y de igual diámetro que aquél, puesto que estando ambos en idénticas condiciones, podrá apreciarse en este último las cantidades de líquido que la evaporación hace perder, estableciendo las relaciones necesarias para determinar numéricamente las correcciones que han de efectuarse.

Como quiera que consideramos innecesario recurrir en nuestras costas á tales aparatos, nos abstenemos de desarrollar algo más este estudio, que puede hacerse, por otra parte, introduciendo la influencia simultánea de la temperatura y de la evaporación, siguiendo reglas idénticas ó análogas á las que hemos indicado anteriormente.

20.—Mareómetros para grandes profundidades.

Ya hemos indicado en qué consiste este género de mareómetros, reducidos, en su más sencilla expresión, á un tubo *ABC*, en U, figura 4.^a, cuya rama menor está sumergida en el mar.

Claro es que esos aparatos lo mismo pueden emplearse para pequeñas que para grandes profundidades; pero teniendo el inconveniente de no ser fácil la colocación de las cubetas dentro de las aguas, en buenas condiciones, no hemos creído deber darles la preferencia, que aún resulta menos justificada si se atiende á que, para convertirlos en aparato de gran precisión, han de introducirse nuevas correcciones.

Dependen estas correcciones de la evaporación del líquido que se emplee y de su dilatación; pero fácilmente puede determinarse ambas, puesto que bastará colocar al lado del tubo del mareómetro otro del mismo diámetro y que contenga la misma cantidad de líquido auxiliar que en aquél existe.

De esa manera se sabe en cada instante la variación que en su longitud ha experimentado la columna líquida auxiliar, y se poseen suficientes elementos para hacer un cálculo riguroso que, aunque en todos los casos de aplicación puede reputarse desde luego como innecesario, no está de más recordar, para indicar que este mareómetro, como cuantos hemos proyectado, puede llegar á ser, si así se desea, un instrumento de gran precisión.

Además, la evaporación del líquido puede evitarse, sin más que adoptar la disposición indicada teóricamente en la figura 4.^a, y traducida en la práctica por un tubo continuo que, dejando encerrado el líquido auxiliar entre dos largas columnas de mercurio, impide las pérdidas por evaporación.

21.—Mareómetros-testigos.—Niveles.

Uno de los varios defectos que los usuales mareógrafos tienen, puede producir groseros errores, imposibles de conocer desde el gabinete, y deja sentir su influjo con sobrada frecuencia; defecto que consiste en que, por descuido, se corran los eslabones de la cadena que sujeta el flotante, originándose así un error constante y sistemático en todas las ulteriores observaciones, calculadas en una hipótesis falsa, acerca de la longitud de la cadena.

Este mismo error prodúcese á veces automáticamente, no por correrse la cadena, sino por abrirse sus eslabones, con el continuo esfuerzo que sufren, suceso nada extraño, ya que el grueso de éstos debe procurarse que sea el menor posible, para disminuir así cuanto se pueda el efecto perjudicialísimo de la inercia.

Es, por lo tanto, de gran interés poder conocer desde el gabinete cuándo se presentan semejantes errores, y no deja de tener importancia que los mareómetros de sifón puedan testificar el buen ó mal funcionamiento de los mareógrafos, porque esta aplicación, por sí sola, justificaría plenamente su utilidad, evitando hacer cálculos de resultados ilusorios y dando medios para corregirlos prontamente.

Se comprenderá, con lo expuesto, que un mareómetro-testigo se reduce no más que á cualquiera de los ya descritos, sin otra variación, al instalarlos, que la exigencia de haber de sumergir su tubo de plomo en el agua del pozo del mareógrafo y no en el mar libre.

Todavía puede prestar ese mismo mareómetro otro servicio no menos importante, porque, utilizando la misma tabla é idéntica escala que para aquél sirva, cabe disponer á su lado otro tubo mareométrico, cuyo extremo vaya á sumergirse en el mar libre, y de este modo las oscilaciones de ambas columnas líquidas

das indicarán el retraso con que penetra el agua en el pozo del mareógrafo, y servirán de guía segura para acudir á la limpieza del tubo de conducción, antes de que se encuentre obstruido en términos que pueda perjudicar demasiado á los trazados mareográficos.

En realidad, el aparato que acabamos de describir sirve para indicar constantemente la diferencia de nivel que entre las aguas del pozo del mareógrafo y las del mar existe, y claro es que pudiera emplearse, modificándole convenientemente, para deter-

minar las diferencias de cotas entre dos puntos no muy alejados entre sí.

Uno de los aparatos que con ese objeto pudiera hacerse es el que representa la figura 13, en la que *abc* es un tubo barométrico, en *u*, fijo sobre la tabla *AB*; *de* y *fg*, tubos de caucho; *m* y *n*, depósitos de agua, cuyo diámetro es de uno y medio ó dos decímetros; *r*, un nivel esférico, y *e*, un pie para apoyar el aparato en el suelo, colocándole próximamente vertical.

Entre las dos ramas del tubo barométrico hay una regla graduada, en la que pueden apreciarse las alturas de las columnas de mercurio *bp* y *bq*, cuya diferencia mide el desnivel que entre los líquidos de *m* y *n* existe.

La proximidad de los tubos *ab* y *bc*, permitirá prescindir, en la mayor parte de las aplicaciones, de los errores que en sí lleva la falta de verticalidad de la tabla *AB*, toda vez que serían necesarias grandes inclinaciones para que se hicieran sensibles en las diferencias de lecturas de la escala.

La práctica demostraría hasta dónde era conveniente alargar los tubos de caucho *de* y *fg*; pero desde luego parece que una longitud de 25 ó 30 metros, para cada uno, no es exagerada, consiguiéndose de este modo efectuar niveladas de 50 ó 60 metros, y debiendo tenerse presente que esos mismos tubos pueden utilizarse para la estimación aproximada de las distancias.

Si no con gran precisión, al menos con la que exigen la casi totalidad de los trabajos prácticos, puede nivelarse rápidamente con el aparato que acabamos de describir, sin poseer grandes conocimientos topográficos, teniendo, además, la ventaja de abreviar los trabajos de campo y de gabinete, y siendo, por otra parte, de reducidísimo precio. Á estas condiciones cabe agregar las no despreciables de poder emplearse en terrenos muy quebrados y pendientes, en donde otros instrumentos fracasarían, y la de hacer posible las nivelaciones, aun cuando entre los puntos nivelados existan obstáculos que impidan la recíproca visibilidad.

Estableciendo una de las cubetas en el punto más alto del terreno, y moviendo la otra en torno de aquella, de modo que permanezca constante la situación de las dos columnas de mercurio, quedará trazada una curva de nivel á la distancia vertical que se tenga por conveniente, dentro de muy amplios límites, y estableciendo la cubeta fija en puntos de esta primera curva, fácil será determinar los de la segunda, etc., etc., etc.

Las sencillas correcciones por temperatura se obtendrán fácilmente leyendo las indicaciones de un termómetro, que puede establecerse sobre la tabla *AB*, y se comprende que, complicando algo el aparato, puede exagerarse su sensibilidad, labor que no emprendemos por habernos propuesto tan sólo esbozar estas aplicaciones de los principios en que los mareómetros se fundan.

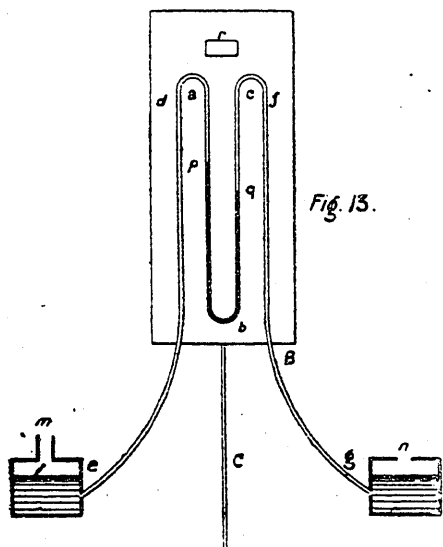


Fig. 13.

22.—Mareómetros de alarma.

Se desea frecuentemente, en las aplicaciones industriales de mareómetros y mareógrafos, que éstos sirvan para señalar cuándo se llega á un nivel determinado, y con el sistema de aparatos de sifón que hemos descrito, fácilmente se llena ese fin, con independencia absoluta de la distancia que exista entre el punto en que se verifican los cambios de nivel y aquel en que han de recibirse las señales.

En un mareómetro *A* (figura 14), provisto de una bolsa impermeable y lleno con un líquido cualquiera, poco ó nada conductor de la electricidad (aceites, agua destilada ó poco impura, etc., etc.) y mercurio, se introduce una punta metálica *a* á la altura del extremo de la columna de mercurio, que corresponde al mínimo nivel del líquido cuya señal desea obtenerse; y de una manera análoga se establece la comunicación eléctrica del mercurio con la tierra por medio de un alambre *c*, y la de la otra rama de mercurio con el alambre *bd*, siendo *b* la posición del extremo de la columna del referido metal, de la que se desea obtener noticia.

Cada uno de los dos alambres de línea que parten de los puntos *a* y *b* se enlazan á timbres *d* y *e* de diferentes sonidos, los cuales, á su vez, comunican con el mismo polo de una pila *P*, unida á tierra.

El mercurio, al llegar á sus posiciones extremas, cerrará automáticamente los circuitos *caePT* ó *cbdPT* y hará sonar los correspondientes timbres, indicando el peligro de que el nivel de las aguas exceda en uno ú otro sentido de los límites considerados como convenientes.

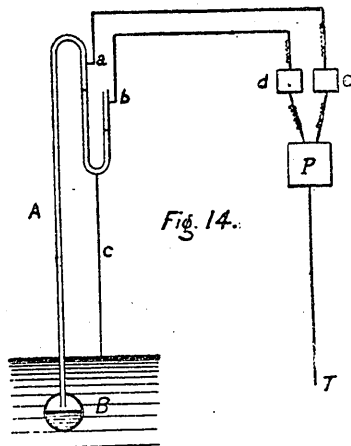


Fig. 14.

23.—Mareómetros eléctricos.

Una de las ventajas que el sistema de mareómetros de sifón ofrece es que pueden instalarse á distancias relativamente grandes de la orilla del mar, ya que teóricamente las presiones hidrostáticas se transmiten íntegras, cualquiera que sea la distancia.

Sin embargo, como las grandes distancias llevan consigo el aumento de la inercia de los aparatos, que retrasaría de considerable modo las fluctuaciones del nivel de las aguas, cuando se

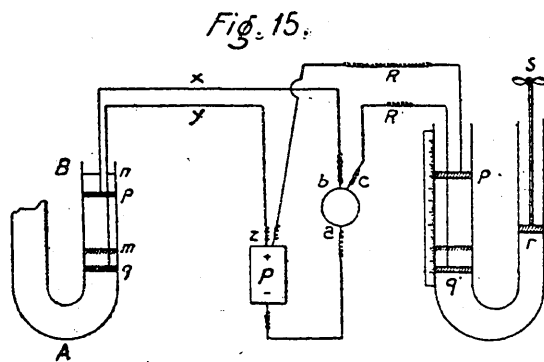


Fig. 15.

trate de distancias superiores á 200 ó 300 metros podrá emplearse la disposición que vamos á describir, fácil de usar, sea la que quiera la separación que medie entre el punto en que se verifiquen las oscilaciones del líquido y aquel en que quieran observarse.

El sistema adoptado consta de dos aparatos: el transmisor y el receptor; unidos por una línea de alambre doble.

El aparato transmisor (fig. 15) es un mareómetro ordinario.

en cuya rama abierta AB se ha echado un líquido mn sobre el mercurio, mal conductor, relativamente, de la electricidad, tal como una disolución poco concentrada de sulfato de cobre, de cloruro de sodio, de sulfato de zinc, etc., etc. Dentro de esa rama hay establecidas, en posición invariable, dos rodajas p y q , que no impiden la circulación de los líquidos y que se utilizan para que arranquen, de chapas metálicas puestas en ellos, dos alambres recubiertos, perfectamente aislados entre sí y con el líquido que los rodea.

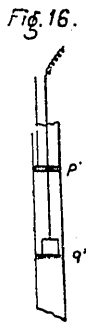
Una parte del aparato receptor es idéntica á la descrita, sin más diferencia que estar sustituida la rama del mareómetro, que va á sumergirse en el agua, por un trozo de ella, en que puede obrar el émbolo rs .

La pila P , establecida en la estación receptora, tiene unido uno de sus polos: el $+$ por ejemplo, con el alambre de línea que corresponde á la rodaja q de la estación transmisora, y también con la p' de la receptora. Las chapas de las dos rodajas restantes q' y p están enlazadas con los dos polos b y c de un galvanómetro diferencial, y los otros dos polos de éste van unidos al negativo de la pila.

Resistencias, R y R' , intercaladas cual la figura muestra, hacen que las secciones de circuito pqb y qyz ofrezcan la misma dificultad al paso de la corriente que zRp' y $cR'q'$, siendo igual la suma de las resistencias eléctricas de este último par de trozos y de los anteriormente mencionados.

De ese modo, siempre que las dos resistencias pq y $p'q'$ sean iguales, circularán por el galvanómetro dos corrientes idénticas y de sentido contrario, cuyos efectos sobre la aguja imanada se anularán, y cuando una de ellas prepondere el sentido de la desviación de esa aguja, indicará en qué dirección ha de moverse el émbolo sr para conseguir la igualdad entre pq y $p'q'$.

Con eso no hemos hecho más que reproducir, á muchos ó pocos kilómetros de distancia, una imagen aproximada de lo que en el mareómetro pasa á orillas del mar, de modo que la lectura hecha en la rama $p'q'$, equivaldrá aproximadamente á la que hubiésemos hecho sobre pq .



Puede introducirse en este aparato multitud de variaciones que nada de lo sustancial alteren, y entre ellas cabe la de aplicar á las corrientes el sistema del puente de Weahstone, siendo iguales las resistencias de los dos brazos fijos, $ypqx$ la variable que ha de medirse y $R'q'p'R$ la usual caja de resistencias.

Aún se podría simplificar la aplicación de ese sistema haciendo móviles las chapas q , sustituyéndolas por un flotante q'' (figura 16), y reduciéndose la parte $p'q'rs$ de la estación receptora á un simple tubo lleno de líquido resistente y con una de las dos rodajas móviles, que se llevaría á ocupar la necesaria posición para obtener la equivalencia de resistencias eléctricas buscada.

24.—Medimareómetros.

No conocemos más medimareómetro que el del eminente geodesta Mr. Lallemand, autor de la primera teoría acerca de tales aparatos que, gracias á su baratura, se han extendido rápidamente por Francia y por Italia.

Recordamos que, en principio, consiste ese medimareómetro en un tubo de fundición, que se introduce verticalmente en el agua del mar y que en su extremidad inferior lleva un tabique ó diafragma poroso, que deja salir y entrar el agua en aquél difícilmente, siendo la cantidad de ésta que existe en el tubo función del tiempo en que ha estado penetrando ó saliendo, de la porosidad del diafragma y de las alturas que el agua exterior ha tomado.

Recordemos también que la altura que el agua toma en el tubo se mide introduciendo en él una sonda cubierta de papel,

sensible á la acción del agua del mar, y aparecerán ya los dos principales defectos que, en nuestra opinión, tiene el medimareómetro de Mr. Lallemand: lo enojoso y poco preciso de estas mediciones, y, sobre todo, la variable porosidad que el diafragma ha de presentar en el transcurso del tiempo.

El inconveniente de las mediciones puede subsanarse desde luego sin más que introducir en el tubo del medimareómetro el de plomo de un mareómetro de los que describimos en este trabajo, puesto que desaparece la operación del sondeo, que queda reducida á una simple lectura, que, de todos modos, había de practicarse sobre la sonda.

En cuanto al capital defecto de lo variable que ha de ser la resistencia que al paso del agua de mar ofrece el tabique poroso, inútil es, á nuestro entender, que trate de negarse ó de disminuirse, porque es del dominio de todo el mundo que los filtros corrientes (y esto vienen á ser, en su esencia, los medimareómetros de que hablamos) se ensucian en tales términos, á pesar de operar con aguas relativamente limpias, respecto á las del mar, que el poder filtrante disminuye rápidamente y han de limpiarse con frecuencia.

Y no puede acontecer otra cosa, dígame lo que se quiera, en los medimareómetros de Mr. Lallemand, porque si el agua de mar, rica en toda suerte de impurezas, concluye por obturar los tubos rectos de grandes diámetros, ¿qué no hará con esa inextricable red de conductos microscópicos que, con su conjunto, dan el poder filtrante á los diafragmas?

Contribuyen á verificar esa obturación, de una parte, las mil partículas de sustancias inertes que el agua de mar acarrea, y, de otra, los micro-organismos, vegetales ó animales, que, detenidos en las encrucijadas de los conductos ultracapilares de la sustancia filtrante, se aposentán en ellos, crecen y se reproducen, convirtiendo á ésta con el tiempo en una materia perfectamente impermeable.

Veamos cuán fácilmente se remedian todos esos inconvenientes con los medimareómetros en sifón, bien tengan de común con el de Mr. Lallemand el aprovecharse de diafragmas filtrantes, ó bien se recurra á algún otro artificio.

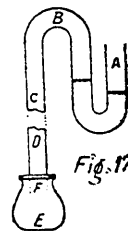
Ya resultaría más barato y cómodo que emplear el medimareómetro de Mr. Lallemand, usar uno de estos mareómetros que describimos, sin otro aditamento que proveer el extremo del tubo de plomo, que en el agua queda, de su correspondiente tabique poroso.

Pero de ese modo sólo resulta anulado el defecto de los sondeos, mas no en modo alguno el de la pérdida de porosidad de la sustancia filtrante.

Para remediar este esencial defecto, atemos perfectamente al extremo D del tubo (fig. 17) una bolsa ó saco impermeable E , en cuyo interior claro es que queda la sustancia filtrante F ; antes de echarle al mar, llenemos todo el mareómetro $ABCDE$ de un líquido estéril cualquiera: de agua, que es barata, por ejemplo, después de haberla filtrado por bicocho de porcelana Chamberland ó de pasta de amianto, y después de haberla hervido para matar los micro organismos vivos que puedan quedar, echando además en ella un poco de sublimado corrosivo para evitarnos el peligro, ya muy remoto, de ulteriores generaciones de seres.

La bolsa E , cuyas superficies interna y externa estarán siempre á igual presión, comunica ésta al medimareómetro de sifón, que funcionará ya en condiciones muy superiores, respecto á su constancia, que si no hubiéramos tomado las precauciones indicadas, siendo de recomendar, para darse cuenta de las posibles roturas de esa bolsa, teñir ligeramente el líquido con anilina y elegirle algo más denso que el agua de mar, indicando entonces la disminución de color la fractura de la bolsa E .

Claro es que este expediente de usar la bolsa E y echar dentro del medimareómetro líquido estéril, también puede adoptarse en los medimareómetros Lallemand, y con ello creemos que



ganarian mucho; pero de todos, modos, es en los de sifón una garantía más la incomunicación que resulta entre el líquido EDCB empleado y el aire, que, como es sabido, tan rápidamente siembra seres microscópicos en los líquidos que con él están en contacto.

Tanto en estos medimareómetros como en los de Mr. Lallemand no es fácil vigilar el diafragma filtrante ni puede hacerse su reposición sin desmontar el aparato. Veamos si también, y empleando siempre recursos sencillos, puede hacerse frente á estas dificultades en los mareómetros de sifón.

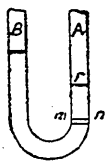


Fig. 18.

No es difícil, en efecto, establecer en la rama libre A (fig. 18), de uno de esos aparatos, un diafragma mn, que siempre esté más bajo que la posición inferior, que el nivel r puede llegar á ocupar y que desempeñará funciones análogas á las que llenaba colocado en el extremo del tubo de plomo.

Y es claro que no hace falta que precisamente sea el mercurio el que atraviese la sustancia filtrante, porque encima de él se puede echar otro líquido estéril, colocar dentro de éste el diafragma y tapar la boca A con algodón esterilizado como exceso de precaución, siendo las presiones transmitidas desde el mar por la columna líquida del mareómetro las que determinarán, en función del tiempo, la altura con que el líquido auxiliar resulte encima del diafragma.

Aquí daríamos punto á estas ideas acerca de los medimareómetros de sifón si no nos asaltara el deseo de describir otro tipo, en que no sigan empleándose más que tubos, más ó menos acodados y de ésta ó la otra sustancia, que sirvan de recipiente á uno ó más líquidos, emancipándonos, de esta suerte, del uso de diafragmas filtrantes.

Uno de esos medimareómetros puede ser el que representa la figura 19, en que AB es un líquido auxiliar, puesto sobre el mercurio de un mareómetro, CE un tubo del mismo diámetro que el anterior y lleno, en su parte ED, del mismo líquido que aquél contenía; F una escala, que puede utilizarse para hacer las lecturas de las posiciones de las superficies de nivel en ambos tubos, y GG un sifón de tubo capilar, con más ó menos curvaturas, para dificultar la transvasación del líquido y que entra á rozamiento duro en los tapones CC, provistos éstos, además, de otros pequeñísimos orificios que permitan la entrada y salida de aire.

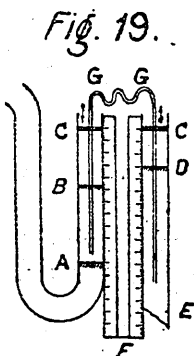


Fig. 19.

Se comprenderá sin dificultad que la teoría de estos aparatos es la misma que la de los medimareómetros, cuya base son las sustancias filtrantes, toda vez que, á cada fase del nivel del agua del mar, corresponde otra simultánea y proporcional de la superficie A, mientras que las oscilaciones de ésta determinarán otras en el nivel D, que se efectuarán con cierto retraso por las dificultades que el tubo G opone al paso del agua, así como el diafragma filtrante transformaba los movimientos de las mareas en otros de reducida amplitud.

En resumen; el fin que se persigue con estos medimareómetros, cual su nombre indica (medidores de las mareas medias), es determinar el nivel medio diurno de las aguas del mar por una simple lectura, y pueden y deben considerarse como una variedad de los llamados, no con gran propiedad, mareógrafos totalizadores, que á continuación examinamos, y que son, en cuanto á los resultados que proporcionan, intermediarios entre los mareómetros, que sólo dan, por cada lectura, la situación que en aquel instante tienen las aguas del mar, sin dejar huella material alguna de sus indicaciones, y los mareógrafos propiamente tales, que inscriben una curva, resumen de todas las indicaciones que proporcionan; de cuyo estudio se deducen elementos suficientes para conocer en cada instante la situación que el mar tenía.

25.—Mareógrafos totalizadores.

Uno de los mareógrafos totalizadores de sifón que pudiera construirse está representado en la figura 20, en la que P es un flotante de hierro, que se mueve en la rama libre del mareómetro y que transmite su acción, por medio de una cuerda ó delgado alambre, á la varilla metálica v , que, dirigida en su movimiento rectilíneo alternativo por las guías gg' , no puede girar en torno de su propio eje por impedírsele su sección, de forma rectangular, que encaja en el vaciado, de dimensiones iguales, que las guías tienen.

Impropiamente hemos hablado de la varilla v , porque ésta se halla interrumpida en su parte media por un contador de revoluciones R, al cual vienen á unirse los dos segmentos que en realidad constituyen aquélla, en tal forma, que la permiten un ligero juego en sentido normal al de gg' y paralelo al plano del dibujo; juego que, como se comprenderá fácilmente, se consigue sin más que efectuar esas conexiones por el mismo medio con que se enlazan ambos pies de los usuales compases.

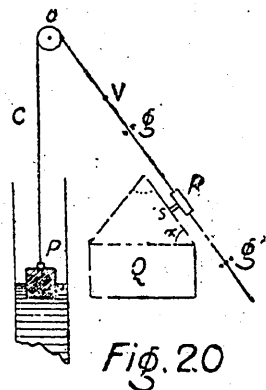


Fig. 20

Debajo de ese contador de revoluciones puede haber un cilindro Q, provisto de movimiento de relojería y apuntado por un cono, sobre el cual descansa una roldana s del contador de revoluciones, el cual, al girar, por su roce con la superficie cónica, produce el movimiento del contador; siendo evidente que para que resulte la necesaria solidaridad entre los movimientos del cono y del contador, convendría que la superficie de aquél esté sin pulimentar y que lo propio suceda con la de este último. Semejante adherencia puede conseguirse fácilmente forrando el cono con papel esmeril del doble cero y de buena clase, ó rayando el cono metálico en sentido de sus generatrices y poniendo en uno y otro caso una llanta de caucho á la roldana del contador.

Aunque sobre este mismo sistema de totalización, sustituyendo el cono por un disco giratorio, hay fundados gran número de aparatos, tales como planímetros, integradores, cinemómetros y mareógrafo de Reitz, no estará de más recordar que, dado el movimiento uniforme del cono, en el caso especial que hemos adoptado, el número de revoluciones que da la roldana s y, por lo tanto, los que marca el contador, son directamente proporcionales, en su consecuencia, á los radios de paralelo, sobre los que aquélla insiste.

En un cono circular recto, si α es el ángulo constante que sus generatrices forman con la base, las longitudes de ellas, contadas desde el vértice, están enlazadas con los radios de las secciones rectas, que limitan la longitud considerada, por la relación

$$r = l \cdot \cos \alpha,$$

de la que se deduce que, si el número de revoluciones de la roldana s es proporcional al radio de la sección de contacto, r , también lo es á la correspondiente longitud l de la generatriz, contada desde el vértice, ya que α es constante.

Siendo la dirección del peso del contador R paralela al eje del cono, y guardando también paralelismo las generatrices de éste con la dirección gg' , evidente resulta que si p es el peso de aquél, la componente en dirección de las generatrices ó esfuerzo que habrá de destruirse por la tensión de la cuerda C, es

$$p \cdot \sin \alpha,$$

y la normal á ésta, ó parte del peso que gravita sobre la superficie cónica y determina la adherencia, es

$$p \cdot \cos \alpha.$$

(Continuad.)