

agua el sifón de salida del alquitrán para que no haya escapes de gas.

La operación más importante que requiere el lavador depurador es la fabricación de los filtros. Estos, como ya se ha dicho, son dos: uno de cal, para quitar al gas el ácido carbónico, y otro de materia filtrante con la base de óxido de hierro; ambos se preparan de la misma manera; sobre la chapa de palastro perforado con agujeros circulares de un 50 mm. de diámetro, que se ajusta a la pared del depurador. Se extiende primeramente una capa de paja, y sobre ella, por partes iguales de cal y serrín ó materia depurante, según el filtro de que se trate, que se extiende á mano, dándole un espesor de unos 4 centímetros y cuidando de comprimirlo contra las paredes del depurador para evitar que el gas pueda escaparse sin atravesar las materias filtrantes.

El filtro de cal no sólo priva al gas de ácido carbónico, sino que también absorbe el ácido sulfídrico; pero siendo para esto muy poco enérgica su acción, no evita el empleo de filtros de óxido de hierro. Aun cuando puede durar bastante el filtro de cal, siendo muy fácil su fabricación y muy económicos los materiales que lo forman, debe renovarse con frecuencia, con lo que se tendrá la seguridad de su eficaz funcionamiento.

Para la fabricación de materia depurante con la base de óxido del hierro se recomiendan varios procedimientos; el empleado en ésta es el siguiente: se mezcla serrín con cal hidratada en polvo, se riega esta mezcla con una disolución de sulfato de hierro, viéndose á poco tiempo tomar á la mezcla un color rojizo muy pronunciado debido á la formación del peróxido de hierro; dejándose reposar un día, queda esta materia dispuesta para emplearse.

La reacción se verifica descomponiendo la cal al sulfato de hierro que se transforma en sulfato de cal, quedando libre el peróxido de hierro.

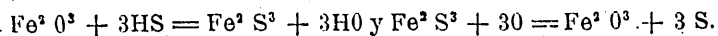


Las cantidades necesarias para formar 400 litros de materia depurante son:

Sulfato de hierro.....	100 kilogramos.
Serrín.....	280 litros.
Cal hidratada en polvo.....	160 litros.

El serrín debe ser de pino ó en general de maderas blancas.

Estos filtros resultan muy económicos, pues á más de admitirse generalmente que en una superficie de 4 metros cuadrados se puede en veinticuatro horas depurar 1.000 metros cúbicos de gas, en esta superficie de contacto un metro cúbico de materia filtrante depura 85.000 metros cúbicos de gas. Este filtro se vivifica con una sencilla exposición al aire, pues el óxido de hierro que se transforma en sulfuro de hierro, en contacto con el sulfídrico, vuelve por la acción del aire al estado de óxido explicándose la reacción química en la forma siguiente: el ácido sulfídrico se descompone por el óxido de hierro al estado de peróxido, formándose una mezcla de sulfuro de hierro hidratado y azufre; el sulfuro de hierro, por la acción del oxígeno del aire se descompone en azufre y peróxido de hierro.



Como es consiguiente, en cada operación aumenta la cantidad de azufre en el filtro de materia depurante, y debe sustituirse esta materia cuando el azufre llegue á estar en la proporción del 30 al 40 por 100 del peso de la materia depurante, esto sucederá al cabo de unas cincuenta vivificaciones.

Se podría todavía prolongar la acción de la materia depurante por medio de un lavado, pero al cabo de un cierto tiempo la materia perdería sus condiciones para depurar.

Para reconocer químicamente la fuerza del gas se pueden seguir los siguientes procedimientos:

Reconocimiento del amoníaco: el papel tornasol-enrojecido por un ácido recobrará el azul primitivo; haciendo pasar el gas

por una disolución de sulfato ó cloruro de cobre, dará un precipitado azul oscuro.

Reconocimiento del ácido carbónico: al exponer á la acción del gas un papel impregnado en una disolución de cúrcuma, se cambiará el amarillo en rojo. También se enrojecerá el papel de tornasol. Haciendo pasar el gas por una disolución de cal ó de barita, ó por una disolución de cloruro bórico ó calizo, la presencia del ácido carbónico determinaría un precipitado blanco de carbonato de cal ó de barita.

Reconocimiento del ácido sulfídrico: 1.º, exponiendo á la acción del gas una hoja de papel impregnado en sub-acetato de plomo (extracto de Saturno) se ennegrecerá. 2.º, haciendo pasar el gas por una disolución de nitrato argéntico, se formará á la menor cantidad de ácido sulfídrico un precipitado negro de sulfuro de plata. Si en vez del nitrato argéntico se empleara el sub-acetato de plomo, se formaría un precipitado negro de sulfuro de plomo.

El contador de fabricación no requiere más cuidado que el de mantener la cantidad de agua necesaria para su funcionamiento, que está indicada por un alivador de superficie que durante la fabricación se mantiene cerrado por un tapón de rosca, y que todo el aparato se conserve perfectamente nivelado.

En el departamento de fabricación, colocado en una de sus paredes, existe un cuadro indicador de marcha, que mide la tensión del gas en las retortas y á la entrada del contador. Se compone de una caja metálica de 0,15 metros de anchura, 0,40 de altura y 0,04 de grueso, y en comunicación con ella por la parte inferior se hallan dos tubos de cristal semejantes á los indicadores de nivel en las calderas de vapor.

Dichos tubos, cada uno de los cuales tiene adosado una regla dividida en milímetros, se unen por la parte superior por medio de tuberías especiales de hierro, uno con la retorta superior y el otro con el tubo que une el lavador depurador con el contador.

Estas cañerías, cerca del punto de unión con los tubos están provistas de llaves de purga, y en su unión con éstos en el mismo aparato tienen también llaves para cortar su comunicación cuando la fábrica no funcione.

Las indicaciones que una vez lleno de agua hasta los ceros de las escalas, y con una buena marcha da el aparato, son de 60 á 70 milímetros en el tubo correspondiente al horno, de 100 á 120 en el correspondiente al contador.

El gasómetro no necesita más precaución que conservarle lleno de agua, y que mientras funcione la bomba de compresión, tenga el gas suficiente para que la campana esté elevada unos 0,25 milímetros como minimum.

El secador debe antes de funcionar haber sido desprovisto de toda el agua que pudiera contener, abriendo para esto el tapón de rosca que tiene en la parte inferior.

Con la caldera ó generador de vapor deben tomarse todas las precauciones que son generales á esta clase de aparatos.

Antes de poner en marcha la bomba de compresión, se debé proceder al engrase y observación del buen estado de todos sus órganos, de la misma manera que se hace en las máquinas ordinarias de vapor, y se pondrá en comunicación por medio de una manguera de goma ó un tubo de plomo, según los casos, el acumulador con la boca de carga, abriendo todas las llaves de estos aparatos. Después se dará entrada al agua que ha de refrescar el cuerpo y cabezas del cilindro de gas, regulando las llaves de manera que se establezca una corriente de agua sin que en ningún momento queden vacíos los depósitos.

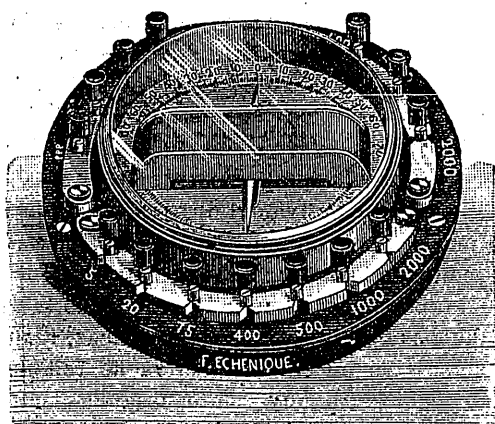
JUAN ANTONIO SANZ.

GALVANÓMETRO DIFERENCIAL CON REOSTATO

El aparato, en cuanto á su forma y dimensiones, es igual al galvanómetro de resistencia variable (fig. 1.ª) empleado por los

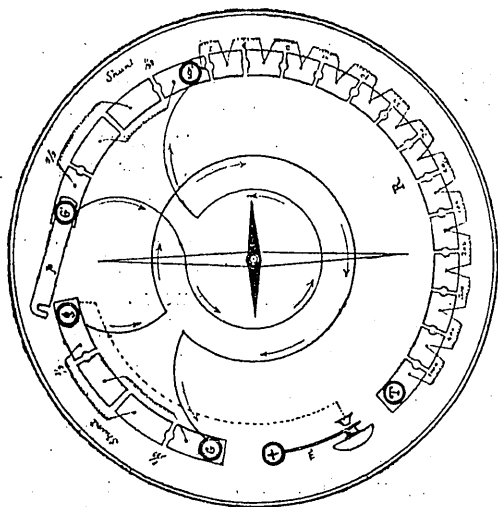
Centros telegráficos para pruebas de resistencia, aislamiento y determinación de cruces y averías.

Fig. 1.^a



Se compone de un carrete ó bastidor, alrededor del cual están enwuetos dos hilos de igual calibre y de la misma resistencia y longitud, que obran sobre una aguja imanada. Los cuatro extremos de los circuitos comunican con las planchas Gg , $G'g'$ (figura 2.^a).

Fig. 2.^a



Entre los dos circuitos hay dos derivaciones ó Shunts que tienen $1/9$ y $1/99$ de la resistencia de cada circuito.

Un reostato R compuesto de una serie de resistencias conocidas y un manipulador m completan el aparato.

Para hacer uso de este galvanómetro se une el polo positivo de la pila á la borna del manipulador, el polo negativo á la borna T , que á su vez se empalma á tierra y la resistencia ó conductor que se quiere medir á la borna G .

Poniendo en comunicación por medio de la plancha metálica p las bornas g y G , al bajar el manipulador se hace una emisión de corriente, la cual se bifurca: una parte recorre el circuito que partiendo de la borna g pasa por uno de los hilos del carrete, va á la borna G , y de ésta al conductor que se mide; y la otra recorre el circuito que partiendo de la G' pasa por el otro hilo del carrete á la borna g' y de ésta al reostato y la tierra.

Si estos dos circuitos fueran iguales, lo cual no podría suceder más que en el caso de que el conductor que se trata de medir no tuviera resistencia alguna, la aguja no desviaría al ser solicitada por dos fuerzas iguales y contrarias; pero si son de diferente resistencia las corrientes que recorren los dos hilos del galvanómetro en dirección contraria, será de diversa intensidad también la acción que ejerzan sobre la aguja, la cual desviará por razón de esta diferencia. Si se quitan clavijas del reostato introduciendo resistencias hasta que haciendo emisiones de corriente con el manipulador la aguja permanezca inmóvil, sin acusar desviación en un sentido ni en otro, entonces es igual la res-

sistencia de los dos circuitos, y la que marque el reostato será la resistencia del conductor.

Cuando las resistencias que se miden son mayores que las del reostato, pueden emplearse los límites de éste añadiendo resistencias auxiliares entre g' y T ó haciendo uso de las derivaciones ó Shunts

Unien lo el polo positivo de la pila á la borna G' y el negativo á la g' , toda la corriente pasará por el circuito $G'g'$ del galvanómetro; pero si se pone una clavija en una de las derivaciones, $1/99$ por ejemplo, si el circuito del carrete tiene una resistencia de 99 unidades y el de la derivación una resistencia igual á $1/99$ de aquélla ó sea una unidad, la resistencia de todo el circuito con la derivación, según la ley de las corrientes derivadas, será:

$$\frac{99 \times 1}{99 + 1} = \frac{99}{100}$$

La corriente se bifurca por el circuito total $G'g'$ y por la derivación en partes inversamente proporcionales á la resistencia de dichos circuitos, y como estas resistencias están en relación de 99 á 1, de la corriente total, que se puede considerar como 100, pasan $99/100$ por la derivación y $1/100$ por el circuito del carrete.

Dispuestas las comunicaciones como en el caso de medir la resistencia de un conductor, si se introduce la derivación de $1/9$ entre las planchas de circuito $G'g'$, al bajar el manipulador y quitar clavijas del reostato R , hasta que la aguja quede en cero, por el circuito $G'g'$ del galvanómetro sólo pasará $1/10$ de la corriente que recorre el resto del circuito, formado por el reostato y la tierra; ahora, para que esta décima parte de la corriente pueda ejercer sobre la aguja una acción igual á la que ejerce la corriente que recorre el circuito Gg , del carrete y el conductor, es preciso que la que recorre el circuito formado por el reostato sea diez veces mayor que la que pasa por el conductor, y puesto que estas dos corrientes son producidas por la misma pila, la resistencia del circuito por el reostato será diez veces menor que la del formado por el conductor.

La resistencia que acuse el reostato multiplicado por 10, dará la resistencia que se mide. Si la derivación fuese de $1/99$ habría que multiplicar por 100; de manera que por este medio, sumando todas las resistencias del reostato 2.110 unidades al establecer la derivación de $1/99$ entre $G'g'$ pueden medirse hasta 2.110×100 ó sean 211.000 ohmios.

Cuando, por el contrario, ocurre medir resistencias pequeñas expresadas en fracciones de unidad, se introducen las derivaciones en el circuito Gg . En este caso, cuando la aguja quede en cero, la resistencia del conductor será 10 ó 100 veces menor que la que marque el reostato, y por consiguiente, ésta dividida por 10 ó por 100 será la resistencia del conductor; de modo que si teniendo puesta la derivación de $1/9$ ha sido preciso quitar del reostato clavijas hasta llegar á una resistencia de 15 unidades, la resistencia del conductor será $15/10 = 1.5$.

Este aparato puede emplearse como galvanómetro ordinario, uniendo los hilos á las bornas Gg ó $G'g'$, y, si conviene aumentar la resistencia del multiplicador, se unen las bornas gG' por medio de la plancha p , y empalmados los hilos á las bornas Gg' resultan sumados y en la misma dirección los dos circuitos del carrete.

No hay dificultad alguna en medir por cualquiera de los otros métodos sin necesidad de reostato auxiliar puesto que forma parte y va unido al aparato.

Empleando el método de sustitución, deducido de la fórmula de Ohm

$$I = \frac{E}{R}$$

se empalma el polo negativo de la pila á tierra, el positivo á la borna G' y la resistencia x á g' , si solo puede disponerse de uno de los extremos; si se dispone de los dos, se empalma el segundo á tierra.

Se observa el número de grados que marca la aguja. Se quita la resistencia x y se sacan clavijas del reostato hasta que la aguja indique el mismo número de grados que marcó antes y tendremos

$$\frac{E}{x} = \frac{E}{R} \text{ de donde } x=R$$

resistencia expresada por el reostato.

Si la operación quiere hacerse por el *método de comparación*, se disponen los hilos como en el caso anterior. Se observa el número de grados de la desviación al intercalar la resistencia x , y enseguida se quita la clavija de 1.000 unidades, anotando el número de grados que marque la aguja.

Suponiendo que la primera desviación fué de 48° , y la segunda de 24° tendremos.

$$\frac{X}{1.000} = \frac{48^\circ}{24^\circ}; X = \frac{48}{24} \times 1.000 = 2.000 \text{ unidades.}$$

Empleando galvanómetros de senos ó de tangentes, si los ángulos de desviación son pequeños, los senos y las tangentes se confunden con los arcos y vienen á dar un resultado análogo al que se obtiene con un galvanómetro ordinario teniendo además precisión de buscar los valores en las tablas.

Todos estos métodos tienen el grave inconveniente de necesitar diferentes operaciones, sujetas á error por los cambios que hay que hacer con los hilos ó comunicaciones, muy á propósito para confundir á los que no están familiarizados con estos trabajos.

Nosotros hemos preferido el método diferencial, que es de mayor exactitud, buscando el medio de obtener el resultado con una sencilla lectura y esforzándonos en vulgarizar hasta donde nuestras débiles fuerzas alcanzan, esta clase de ensayos, tendencia nuestra de siempre, hija tanto del buen deseo como del mal efecto que nos ha producido el observar, no sólo en nuestro país, sino en el extranjero, que en casi todos los Centros ó gabinetes de precisión se anida todavía muy arraigada la *nigromancia*, pretendiendo los iniciados hacer pasar casi como sobrenaturales, experiencias y conocimientos que puede adquirir fácilmente cualquiera de medianas luces si se le enseña con buena voluntad.

FLORENCIO ECHENIQUE.

Director de la Escuela, Museo y Talleres de Telégrafos.

LA FILTRACIÓN DE LAS AGUAS DEL LOZOYA ⁽¹⁾

Las intensas turbias que durante varios días se han experimentado en la distribución de aguas de Madrid, haciéndolas impropias para casi todos los usos á que están destinadas, ha sugerido la idea de su filtración y aun se han dado algunos detalles de las instalaciones que con este objeto tiene establecidas la ciudad de Berlín, creyendo que podrían ser aplicables á Madrid. Esta idea de la filtración no es nueva: cuando se estudió la traida de aguas del Lozoya y se redactó el proyecto de Depósito para regularizar las variaciones del consumo, se pensaba ya en aplicarla con objeto de aclarar las aguas turbias, á semejanza de lo que por primera vez se había hecho en Londres pocos años antes, en 1839. El mejor conocimiento que se tuvo de las condiciones del río Lozoya en todo el tiempo que duró la construcción de las obras, hizo desistir de la filtración artificial, pues sujeto aquel río á turbias muy intensas, si bien de corta duración, y dando agua muy pura en la mayor parte del año, se creyó, y no sin fundamento, que la filtración sería imperfecta ó imposible cuando se tratara de aguas turbias, y sería inútil cuando estuvieran claras.

Ha transcurrido de este entonces más de medio siglo, y no

obstante el positivo adelanto que ha tenido el arte de filtrar aguas en grandes masas para el abastecimiento de poblaciones, los términos de la cuestión puede decirse que no han variado, pues hoy como antes es punto menos que imposible desembarazarlas de todas las materias sólidas, y sobre todo del color, cuando se trata de aguas que estén tan cargadas de sedimentos como la que se ha suministrado y se suministra á Madrid en estos días. Y la razón de esto es obvia: los únicos filtros que en la actualidad se emplean para la filtración son los de arena, con capas formadas por materiales de diversa finura, si bien, como se comprenderá fácilmente, la parte verdaderamente activa del filtro reside en la capa superior de arena más fina, y aun más que en ésta, en otra delgadísima que sobre ella se forma con las sustancias que la propia agua va dejando; por lo tanto, cuando es grande la cantidad de materias en suspensión, si la filtración es eficaz, resulta que los intersticios que existen en la capa activa se rellenan rápidamente y el filtro queda inútil muy pronto, cesando el paso del agua. Es un fenómeno análogo al que con frecuencia habrá sido observado estos días en los filtros de porcelana y amianto; pero al paso que en éstos es facilísima la operación de limpiarlos, levantando la capa arcillosa que los obstruye, la operación análoga en los filtros de arena, sobre ser muy delicada y costosa, tiene además el grave inconveniente de inutilizar durante unos días el filtro, pues no existiendo la delgada capa fangosa de que se ha hablado, el agua pasa con excesiva facilidad y la filtración no tiene lugar.

En tales condiciones se comprende sin esfuerzo, que emprender la filtración sería una verdadera temeridad, y es seguro que no ha de intentarse, á menos que se quiera dar aquí el espectáculo de que desconocemos por completo estas materias, cuando ya se tiene sobre ellas, en todas partes, una considerable experiencia. Es preciso, á este propósito, que no se olvide el ejemplo de Marsella: esta población se surte de las aguas del río Durançe, que en sus avenidas contienen una cantidad de materias en suspensión próximamente igual á la que en circunstancias análogas contienen las del Lozoya, habiéndose creído, como ahora se indica aquí, que el establecimiento de filtros podría constituir una solución para remediar el gravísimo mal de las turbias. Se establecieron, pues, dos filtros, que funcionaron desde 1852; pero lo caro del procedimiento, su ineficacia para devolver á las aguas su limpidez natural, y sobre todo la rapidez con que se destruían, determinaron su abandono en 1857, es decir, cinco años después de instalados.

Será sin duda inútil insistir, presentando otros datos, después de lo expuesto, en la ineficacia de los filtros de arena para clarificar aguas, cuando éstas son excesivamente turbias; mas es indispensable consignar que hoy no se establecen los filtros en parte alguna con este solo objeto. Desde que los trabajos de Plazze y Proskower, en Berlín, y de Perey Flankland, en Londres, demostraron que la filtración tenía por efecto principal el de reducir el número de bacterias contenidas en el agua, ha podido darse cuenta de muchos hechos, antes sin explicación, y se ha comprendido que el valor y la eficacia de los filtros residen precisamente en la depuración bacteriológica que operan en las aguas. Ciertamente que una agua clara, transparente, se adapta mejor que otra ligeramente cargada de materia en suspensión, arcilla generalmente, para todos los usos domésticos, principalmente para la bebida, y aun para algunos usos industriales; mas éste, que pudiera considerarse como el lado estético ó sentimental del asunto, cede en importancia y en valor práctico de la pureza bacteriológica, pues ésta se halla íntimamente relacionada con las verdaderas condiciones de potabilidad, de la que en general es el más seguro si no la proporción de bacterias, no el grado de transparencia del agua. Si fuera necesario presentar á este propósito un ejemplo bien decisivo para demostrar la eficacia de la filtración, en cuanto á la verdadera potabilidad del agua se refiere, bastaría recordar lo ocurrido en 1893 en las poblaciones de Hamburgo y Altona, abastecidas ambas con aguas del impuro río Elba, si bien Altona, situada aguas abajo de Hamburgo, tiene que surtir-

(1) Del *Heraldo de Madrid*.