

sie (1) ha obtenido resultados análogos para el cristal, la mica y la ebonita.

Éstas son, por otra parte, las únicas medidas de esta variación que se conocen.

EL NUEVO CONTADOR DE ELECTRICIDAD «HISPANIA», por **Bernardo Cabañas.**

CONSIDERACIONES GENERALES

La electricidad es hoy materia prima é importante de explotación comercial, habiendo invertidos en su fabricación muchos millones, siendo por tanto de gran importancia industrial su exacta medida y de gran interés científico cuanto se refiere á los contadores eléctricos.

Estos se han distinguido hasta ahora por su complicación, su elevado precio y su inexactitud.

Un buen contador debe ser barato, al alcance de las Compañías más pequeñas, sencillo, de manipulación fácil y poco delicada, inteligible para el abonado y sobre todo exacto á cualquier carga. Que no es tan fácil idear un buen contador eléctrico lo prueba el que se han dedicado á ello grandes ingenieros é inventores, entre los cuales podemos citar al famoso Edison, con poco éxito. Algunos han pretendido sortear las dificultades emprendiendo diversos caminos, ideando limitacorrientes, fusibles, indicadores de máxima y hasta intentando modificar la tarificación de la energía eléctrica hoy en uso, fracasando todos estos paliativos. La práctica ha demostrado siempre que el contador es insustituible.

Tengo hoy la satisfacción de presentar á esta docta Sociedad un contador sencillo, exacto, de fácil lectura y manipulación, inteligible para todos, barato y hasta bonito, como lo prueba el adjunto modelo del contador «Hispania», invento del sabio ingeniero militar español y notable electricista de fecundísima inventiva Sr. Mier. Es el que más se aproxima al contador ideal y el que tiene todas mis simpatías porque desde su esencia hasta sus

(1) J.-J. Thomson, *Applications of dynamics to physics and chemistry*, página 102.

menores detalles es completamente español: el primer contador genuinamente español sancionado por una experimentación de dos años.

Antes de describir el contador «Hispania» voy á dar ligeras ideas sobre los principales contadores electrolíticos más conocidos para que sirvan de término de comparación y pueda juzgarse la importancia del que nos ocupa y la feliz invención de nuestro compatriota.

En dos ramas pueden dividirse los contadores eléctricos según el principio de donde se derivan: 1.º, los que se fundan en los efectos electromagnéticos de la corriente, y 2.º, los que se basan en sus acciones químicas.

Pertenecen al primer grupo los contadores eléctricos más conocidos en España, Aron, Thompson, Bathault, O'K, Vatímetro «B y B», etc., y abundan, porque son los más fáciles de llevar á la práctica. Verdaderos motores eléctricos en miniatura, mejor ó peor estudiados, se han aprovechado los inventores de los grandes y copiosos estudios hechos para la construcción de dínamos y motores eléctricos.

Tienen, sin embargo, bastantes inconvenientes: atrasan con carga pequeña, adelantan con la carga máxima, son complicados y caros, requieren cuidados de entretenimiento, engrases, reparaciones difíciles y delicadas, influye en ellos la verticalidad, el polvo de las habitaciones donde se colocan, y consumen corriente aun en vacío por el hilo derivado. Ésta, según cálculos del mismo Sr. Mier, puede ascender en una población como Madrid á unos 200.000 kilovatios-hora por año, y suponiendo el precio de producción á 0,15 pesetas, representa la enorme cantidad de 30.000 pesetas anuales gastadas en pura pérdida. En el congreso anual del Sindicato de Fábricas de Electricidad celebrado en París el 26 de Mayo de 1902 se dedujo que esta pérdida ascendía para mil contadores establecidos en una ciudad de 100.000 habitantes á 36.792 kilovatios-hora por año, cifra que casi se aproxima á la deducida por el ingeniero Sr. Mier por medio del cálculo. Se ha comprobado también que influye en la buena marcha de un contador de motor el sentido de la corriente que recibe con relación á la que se le dió para contrastarle.

Muchos de estos defectos son importantes, y como son inherentes al sistema, no son fáciles de corregir mientras no se cambie aquélla.

Comprendiéndolo así, por lo visto, el famoso Edison, ideó el

contador electroquímico que todos recordarán, compuesto de dos voltímetros de zinc con un electrólito de sulfato de zinc.

No estuvo ingenioso ni feliz en esta ocasión el famoso inventor norteamericano y su contador ya no se usa hoy; sus principales defectos eran: la engorrosa operación de pesar los electrodos, la necesidad consiguiente de llevar uno de los voltímetros á la fábrica, y como éstos iban montados en derivación sobre la corriente principal, las variaciones de resistencia interior del electrólito producían lecturas inexactas.

Recientemente Schattner ha intentado perfeccionar este contador sustituyendo el voltímetro de zinc por uno de cobre, cuyos electrodos, suspendidos ya de una balanza que va en la caja del aparato, marca la corriente que pasa por la inclinación de su aguja.

El voltímetro va intercalado en serie en la corriente principal y no en derivación, como en el de Edison. Con estos perfeccionamientos se evita el engorro de las pesadas, el transporte de los voltímetros, y el contador es más exacto.

No he tenido ocasión de estudiar prácticamente este modelo ni tengo noticias de que haya llegado alguno á España; pero dicen que es muy sensible: marca hasta 0,15 de amperio, con una pérdida de voltaje de 0,7 voltios en una red de 100 voltios, y que es muy exacto. El año pasado había instalados unos 1.500 contadores en el extranjero.

Todos los contadores electrolíticos se fundan en el voltímetro, del que puede utilizarse la variación de peso de los electrodos, las diferencias de nivel del electrólito ó el volumen de los gases desprendidos.

En el peso de los electrodos se fundan los contadores descritos. André Job trata de utilizar el volumen de los gases desprendidos midiendo la presión interior por medio de un manómetro. Su contador es simplemente un voltímetro de gases, dando salida á éstos por un tubo de abertura graduable. Aunque no he podido experimentar ningún contador de esta especie, me figuro que su principal defecto ha de consistir en la influencia de la temperatura ambiente sobre dicha presión interior y que el contador, por esta causa, no puede ser muy exacto.

En las diferencias de nivel del electrólito se funda el contador inglés Bastian, que llegó al mercado madrileño el año pasado. Es un voltímetro de laboratorio de platino, con la única diferencia que el vaso, en vez de tener la forma de una copa, es

un tubo de cristal largo encerrado en una caja de hierro. Sobre el tubo va sujeta una escala dividida en milímetros, que sirve para apreciar las diferencias de nivel, y la caja va provista de una estrecha y larga abertura cubierta con un cristal, por la cual se pueden hacer las lecturas.

Gran parte de los errores de este contador proviene de la carestía del platino; su precio elevado, próximamente unos 3.050 francos el kilogramo, obliga á los constructores á reducir la superficie de sus electrodos: la pérdida de voltaje sube á cerca de 8 voltios en una canalización de 100, el electrólito toma una temperatura próxima á la de ebullición del agua, y como no se descuentan las pérdidas por evaporación, defecto que también tiene el contador Job, el abonado paga más que lo que consume, cuesta tan caro como los de motor y no se pueden hacer las lecturas en plena marcha porque la tumultuosa ebullición del líquido impide hacer las coincidencias necesarias entre el nivel del electrólito y la escala graduada. Las Compañías de electricidad madrileñas quisieron emplearlo, pero tuvieron que desistir de su propósito obligados por la tumultuosa actitud de los abonados, y hoy ha caído completamente en desuso.

También en la diferencia de nivel del electrólito se funda el contador «Hispania»; pero está muy bien estudiado hasta en sus últimos detalles; resulta mucho más sensible, más barato y más exacto que los anteriores, como he tenido ocasión de probar prácticamente, ensayándolo durante un año, y puede deducirse de la siguiente descripción:

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DE LOS CONTADORES «HISPANIA»

El principio fundamental de los contadores «Hispania» es conocido desde hace mucho tiempo. Es el mismo que el de los voltímetros de agua empleados en los laboratorios para medir las cantidades de electricidad por la evaluación del agua descompuesta por el paso de la corriente eléctrica.

Con los contadores del sistema «Hispania» se ha resuelto el problema de transformar esos voltímetros de laboratorio en aparatos industriales.

En definitiva, el contraste de las contadores de electricidad, que no son electrolíticos, se ha de hacer recurriendo á las indicaciones de los voltímetros de volumen ó de peso, bien compa-

rándolos con éstos directamente, ó ya con amperímetros contrastados también con ellos.

Con tal motivo, resulta de verdadera utilidad convertir directamente los voltímetros de laboratorio en contadores de electricidad, como segura garantía de la precisión de sus indicaciones.

Los electrodos de los voltímetros de laboratorio destinados á descomponer el agua son de platino, y la carestía de este metal hace alcanzar elevados precios á esos aparatos.

Aunque se recurre al expediente de emplear electrodos que sean verdaderos papeles de platino, no pueden llegarse á obtener reducidos precios en los voltímetros, aparte de que entonces se cae en el peligro de que el aparato no resulte con la indispensable solidez exigida por los aparatos industriales. Y, á más de esto, como en definitiva la corriente medida ha de pasar por esas hojas de platino de débil sección, al funcionar con cargas grandes elevase su temperatura y puede llegarse á producir la ebullición del agua.

Atendiendo á tan importantes razones, en los contadores del sistema «Hispania» se emplean electrodos de hierro ó níquel y de plomo ó antimonio, ó de aleaciones de esos pares de metales, según el electrólito sea alcalino ó ácido, pudiendo emplear, sin que esto afecte á la parte esencial de los contadores, catodos de carbón.

De este modo resulta remediado el defecto más importante de los voltímetros de laboratorio y otros que de la carestía del platino se derivan. Como importante, entre estos últimos, debe señalarse la mucha resistencia interior que, por la conveniencia de gastar poco platino, habrían de tener los voltímetros industriales con electrodos de ese metal. Por lo contrario, el escaso coste de los electrodos de metales baratos ó de éstos combinados con carbón, consiente darles mayores dimensiones y llegar á valores poco importantes en las pérdidas de potencial experimentadas por la corriente al atravesar los contadores,

Por otra parte, al transformar los voltímetros de laboratorio en contadores de electricidad industriales, preciso es facilitar las operaciones necesarias para evaluar el agua descompuesta, no sólo con facilidad, sino también con suficiente precisión; y el hecho de que los contadores hayan de leerse solamente de vez en cuando después de haber estado expuestos á temperaturas muy diferentes que añaden al agua descompuesta la que se eva-

pora, implica que aquella evaluación suficientemente precisa sea muy difícil.

En experimentos de poca duración puede no tener gran importancia la pérdida de agua por evaporación: en los contadores industriales de electricidad podría tenerla enorme.

Un contador de electricidad del sistema que nos ocupa, instalado en un clima seco y cálido, como en gran parte de nuestra Península puede existir, quizás llegase á perder todo su líquido é indicara que por él habían pasado grandes cantidades de electricidad sin que realmente hubiese experimentado los efectos de corriente eléctrica alguna.

Por tales motivos, y estimando que á las pérdidas debidas á la evaporación no opone un freno bastante poderoso la adición de substancias grasas al electrólito, para formar una capa de separación entre él y la atmósfera, se ha creído conveniente combinar el voltámetro con un evaporímetro, de tal modo que fácil y exactamente puedan corregirse las lecturas de aquél, eliminando de ellas los errores inherentes á la evaporación del agua.

Además, en los laboratorios en donde los experimentos se hacen por personas peritas no son de temer los accidentes á que puede dar lugar la mezcla de oxígeno é hidrógeno que se produce en los voltámetros; no sucede lo mismo cuando estos aparatos se destinan á usos industriales y bien parece tomar precauciones para evitar que la referida mezcla, fácilmente inflamable por una chispa ó por la aproximación de algún cuerpo en combustión, queda en depósito en los aparatos. Necesario es asegurar una ventilación perfecta y continua en el género de contadores que nos ocupa, y el haberlo conseguido constituye una de las características del contador «Hispania».

Aunque menos importante que las condiciones apuntadas, preciso es atender á la conveniencia de poder efectuar las lecturas aun cuando el contador esté funcionando. La ebullición, á veces intensísima, á que parece estar sujeto el electrólito por la corriente ascendente de burbujas de oxígeno é hidrógeno que de él se desprenden, impide leer directamente las alturas que el líquido va apreciando y, como hay contadores que continua ú casi continuamente están en marcha, prudente resulta hallar el medio de poder apreciar la altura del electrólito sin necesidad de parar los contadores. En los del sistema «Hispania» se ha conseguido esto recurriendo al empleo de tubos indicadores de nivel que están en comunicación con el electrólito y con el lí-

quido del evaporímetro, por debajo de los electrodos en donde el líquido está aparentemente tranquilo y desprovisto de gases.

En resumen, los que preceden son los rasgos más salientes de los contadores «Hispania», y por la brevedad prescindimos de otros, tales como las disposiciones adoptadas para evitar la formación espontánea de circuitos cortos dentro del voltámetro ó la intencionada á que pueden recurrir los consumidores. También prescindimos de indicar la colocación dada á las escalas para hacer fácil y cómoda la lectura, así como de señalar la graduación dada á éstas para dotar á los contadores de suficiente apreciación y de otros detalles que en la descripción de los contadores pueden apreciarse.

DESCRIPCIÓN DE LOS CONTADORES «HISPANIA»

Se comprende desde luego que, dentro de los principios fundamentales en que se informan los contadores del sistema «Hispania» pueden emplearse disposiciones diversas en apariencia, aunque en realidad resulten idénticas en su parte esencial.

Una de ellas es la adoptada para los contadores «Hispania» que se representa en las dos vistas indicadas en las adjuntas figuras 1 y 2 y en los cortes dibujados en las 3 y 4.

En ellas aparece (figuras 3 y 4) el tubo central *D*, del evaporímetro, provisto en su extremo inferior de un tubo adicional *P*, puesto en comunicación, por medio del tubo de goma *H*, con el indicador de nivel *B* (figuras 1 y 3), en el que pueden apreciarse las alturas sucesivas que el líquido vaya tomando por medio de la escala á él adosada.

Concéntrico con ese tubo vertical *DD* hay otro *AA* (figuras 3 y 4), también provistos de su tubo adicional *E* y del indicador de nivel *C* (fig. 1) con su escala correspondiente.

En el espacio anular que entre ambos tubos queda se hallan el electrólito y los electrodos cilíndricos que aparecen en corte más altos y cerca del tubo *E*, con sus correspondientes conductores forrados de caucho *m* y *n* (fig. 4) que van á morir en los terminales *RR* (fig. 4) puestos en la pared del fondo de la caja del aparato.

Los tubos indicadores de nivel *B* y *C* (fig. 1) con sus escalas están montados en una tabla vertical corrediza *KK* (fig. 3), *BC* (figura 1.)

Con objeto de dar mayor solidez al conjunto de los dos tubos *AA* y *DD* (fig. 3) su extremo inferior va embutido en una pieza

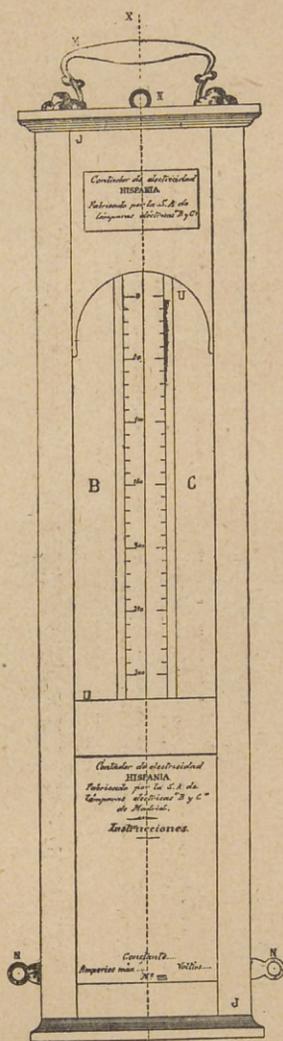


Fig. 1. Vista ext. de frente

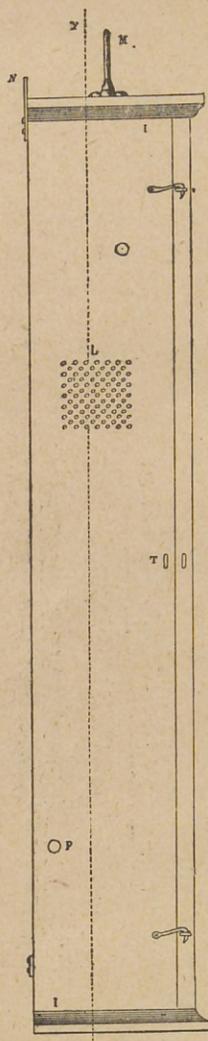


Fig. 2. Vista lateral.

SS (figuras 3 y 4), de escayola ú otra substancia análoga contenida en el interior de un corto tubo metálico. La base de ese tubo queda alojada en una tabla *tt* (figuras 3 y 4.)

En su parte superior atraviesa el tubo AA otra tabla *rr* (figuras 3 y 4), en la que, á más del agujero central para dar paso al

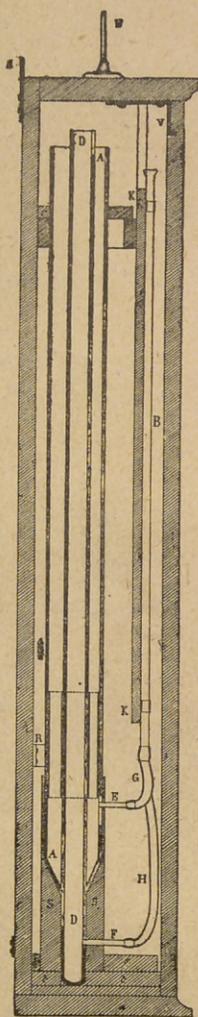


Fig. 3. Corte por XX'

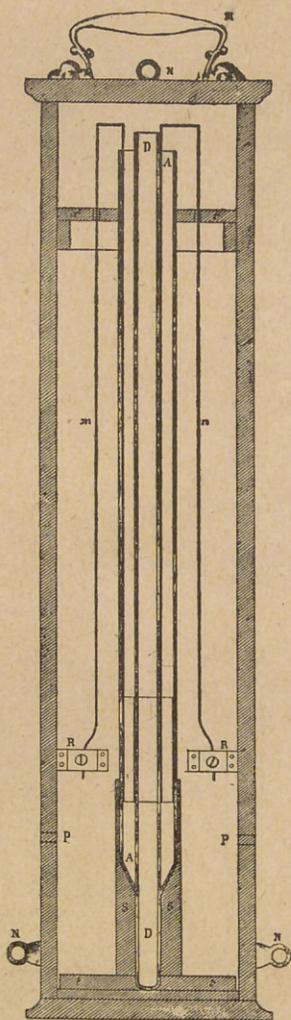


Fig. 4. Corte por YY'

citado tubo, hay otros dos pequeños orificios, por los que pasan los conductores *m* y *n* (fig. 4.)

Los electrodos son de plomo, de antimonio ó de una aleación de ambos, cuando se usa como electrólito una disolución al 8 ó

10 por 100 de ácido sulfúrico en agua, y de hierro, níquel ó hierro níquelado ó níqueloso cuando el electrólito es una disolución al 2 por 100 de sosa ó potasa cáustica en agua.

Claro es que, aun dentro de este tipo de contador, pueden recibir los elementos que hemos descrito disposiciones distintas en apariencia. Así, por ejemplo, *AA* y *DD* de cristal, vidrio, porcelana, celuloide ó ebonita, pueden dejar de estar soldados por su parte inferior y afectar la forma cilíndrica en toda su longitud. En este caso se dispone dentro del tubo *AA*, en su fondo, una anilla que abrace y centre al *DD* subsistiendo el tubito adicional *E* para indicar el nivel del electrólito y observándose el que corresponde al evaporímetro, por medio de un tubo de goma ó cristal, que, partiendo del extremo del *C*, sube al borde superior del *D*, entra dentro de él y, obrando como sifón, sirve para acusar en en el tubo *C* el nivel del evaporímetro.

Claro es también que empleando electrólito alcalino pueden ser de los correspondientes metales, antes señalados, los dos tubos *AA* y *DD*, que servirían ellos mismos de electrodos, teniendo el cuidado de dejarlos aislados unos de otros desde el punto de vista eléctrico.

Análogamente pueden construirse esos cilindros de plomo con ó sin antimonio, para el electrólito ácido, tomando la misma precaución de aislarlos entre sí.

En los costados de la caja II (fig. 2) del contador hay los orificios *PP* (figuras 2 y 4), oor los que han de entrar los extremos del conductor de la instalacion, que han de quedar unidos á los polos *RR* del contador. Además, hay una serie de orificios *L* (figura 2) á uno y otro lado para conseguir la necesaria ventilación del aparato.

La tapa del contador, con su asa *N*, suficientemente grande para dar cabida á la mano y transportar los contadores, lleva una pieza de hierro *V* (fig. 3) cuyo extremo inferior se aloja en una escotadura de la portezuela del aparato. Tiene esta última un cristal plano *UU* (fig. 1) para que se puedan ver los tubos *B* y *C* y sus escalas sin tocarles, y otro en su parte inferior que protege una sencilla instrucción para las lecturas de los contadores, con el número y constante que les corresponden. Se asegura la puerta *JJ* del aparato por medio de las dos aldabillas indicadas en la figura 2 y del precinto colocado en las anillas *T*.

El contador tiene las piezas *NNN* (fig. 1) para colgarle en las instalaciones.

DETERMINACIÓN DE LA CONSTANTE DE LOS CONTADORES

La manera de obtener la constante de estos contadores es sencilla. Se reduce á echar agua en el espacio anular que entre sí dejan los tubos AA y DD, anotando las cantidades de aquel líquido echadas al efecto en una probeta graduada, y las correspondientes alturas que toma en la escala B.

Si se representa por g el número de gramos de agua echados en el tubo AA y por m el número de milímetros de la escala B, correspondientes á aquellos gramos, claro es que, como cada amperio-hora descompone 0,3374 gramos de agua, á los g gramos corresponderán

$$\frac{g}{0,3374} \text{ amperios-hora,}$$

y cada milímetro de la escala B

$$\frac{g}{m \cdot 0,3374} \text{ amperios-hora.}$$

La cantidad así obtenida representa el coeficiente constante por el que ha de multiplicarse el número de milímetros de agua descompuesta por la electricidad para obtener los amperios-hora consumidos. Este número de milímetros de agua descompuestos por el paso de la corriente eléctrica se obtienen en el contador de la manera que indican las instrucciones que á cada uno de ellos acompañan y cuyo adjunto modelo dice así:

Contador de electricidad HISPANIA, FABRICADO POR LA S. A. DE LÁMPARAS ELÉCTRICAS «B Y C» DE MADRID, CARDENAL CISNEROS, 10, MADRID.

Instrucciones.—Leer la altura del líquido en los tubos B y C al principio y al fin de cada mes, restando entre sí las lecturas de cada tubo; tomar después como minuyendo la cifra obtenida al restar las lecturas de B y como sustraendo la de C; efectuar la diferencia y multiplicar el resultado por la constante: el producto representa en pesetas y céntimos la electricidad consumida.

EJEMPLO

	LECTURAS		OPERACIONES
Días	1	30	<i>Diferencias.</i>
Tubo C....	10	14	$14 - 10 = 4 \dots$
Tubo B....	20	50	$50 - 20 = 30 \dots$
			$30 - 4 = 26$

Multiplicando 26 por la constante, ó sea $26 \times \quad = \quad$ pesetas.

Constante =

Amperios

Voltios

N.º

¿ES LA RADIOACTIVIDAD FUNCIÓN, PERIÓDICA Ó NO, DE LOS PESOS ATÓMICOS? por José Muñoz del Castillo.

Tiene verdadero interés poner en claro si la radioactividad varía con los valores de P_a en la serie LITIO-URANIO; alcanzando al principio tan débil desarrollo que resulta inapreciable para nuestros actuales medios de experimentación, y manifestándose después por fenómenos perceptibles, no ya como particularidad de elementos aislados, sino en pleno último tercio de dicha ordenación baroatómica.

Como se trata de materia de investigación, vamos á permitirnos sobre ella algunas consideraciones:

1.º El elemento de peso atómico más pequeño en que hasta hoy se ha reconocido claramente la radioactividad es el Bario, de $P_a = 137,1$.

2.º Sigue al mismo el Tántalo, de $P_a = 182,8$.

A) Cuerpos que cabalmente limitan el, por nosotros, llamado vacío Bario-Tántalo.

3.º No aparece luego evidenciado el fenómeno hasta llegar al Bismuto, de $P_a = 208$.

B) Siendo de observar que el grupo Tántalo-Bismuto constituye el último macizo de simples de la referida serie periódica.

4.º Y por fin, la radioactividad resurge en el *semi-vacío* ter-