

## ELECTRICIDAD



Sale los días 10 y 25 de cada mes, con *La Gaceta Industrial*, de que forma parte, y cuyos suscritores la reciben gratis. La suscripción sólo á la **Revista de electricidad** cuesta 8 pesetas al año.

**SUMARIO:** La electroquímica y sus principales aplicaciones.—Distribución de la electricidad (conclusión).—Dinamos auto-reguladoras (conclusión) (ilustrado).—Calentamiento de los conductores por la corriente eléctrica.—Pila eléctrica Barón.—Bibliografía.—Noticias.—Anuncios.

## LA ELECTROQUÍMICA

## Y SUS PRINCIPALES APLICACIONES (1).

Entre todas las aplicaciones de la electricidad, hay una serie de la cual se habla poco, aun cuando el público admira los resultados; y es que el público, no teniendo ocasión de ver trabajar á aquel admirable agente, no se cuida de los medios empleados para conseguir el resultado que se presenta á su vista. Mucho antes de que el alumbrado eléctrico y el transporte de la fuerza se aplicasen industrialmente, daba ya excelentes resultados la electrolisis; pero el horizonte se ha extendido considerablemente desde que los progresos realizados en la construcción de las máquinas han permitido reemplazar las pilas por las dinamos.

Las diferentes aplicaciones de esta parte de la ciencia comprenden hoy:

El depósito de una capa metálica adherente sobre un objeto.

La reproducción de un objeto por galvanoplastia.

La afinación y el análisis de ciertos metales y el tratamiento de algunos minerales.

(1) Tenemos una verdadera satisfacción en poder inaugurar hoy, ya que no ha sido posible hacerlo antes, los trabajos de colaboración de nuestro querido amigo y compañero, el reputado ingeniero industrial y profesor D. Francisco de P. Rojas, á quien nadie, que le conozca, negará seguramente el primer lugar entre los electricistas españoles, siendo el primero (y el único) que ha creado en España un verdadero curso de Electricidad industrial, como complemento de la asignatura de Física industrial, cuya cátedra ha desempeñado durante muchos años en la Escuela de ingenieros industriales de Barcelona, hasta su traslación á la Escuela preparatoria para ingenieros y arquitectos, en la que desempeña la de *Hidráulica*. Esto no obsta, sin embargo, para que el señor Rojas no pueda llegar á ser, ni llamarse siquiera, ingeniero electricista oficialmente, con arreglo al famoso decreto de creación de la Escuela de ingenieros electricistas para *Ultramar*, que examinamos en el primer número de nuestra Revista. Y menos todavía podría aspirar á ser Director de dicha Escuela, ya que nuestro buen amigo no es, que sepamos, Jefe de administración, superior (ni inferior), lo cual suponemos que le tendrá muy sin cuidado. De lo primero se consolará fácilmente pensando que es muy preferible ser ingeniero electricista sin título oficial, á tener título y no serlo; y de lo segundo se alegrarán los que, como nosotros, creen que es poco compatible la jefatura administrativa superior con la superioridad científica verdadera, que afortunadamente no se puede otorgar de Real orden, por más que no falten en esta tierra sabios oficiales ó de oficio. —(N. de la R.)

Cuando dos cuerpos están en contacto, ó sea en presencia, y pueden reaccionar el uno sobre el otro sin intervención de una energía extraña, hay desprendimiento de calor, y el compuesto formado es aquél que puede producir el mayor calor posible. Esta ley, debida á Berthelot, ha recibido el nombre de *ley del trabajo máximo*, porque sabido es que hoy calor y trabajo son dos cosas equivalentes. Á cada caloría (gramo-grado) (1) corresponden ó equivalen 0,424 kilográmetros.

Inversamente, si por una causa exterior se provoca la separación de las sustancias que antes se combinaron químicamente, habrá absorción de calor ó de trabajo, y los productos de la descomposición serán siempre aquéllos que corresponden á un mínimo de trabajo. (Ley de Sprague.)

Experimentalmente se pueden determinar las cantidades de calor (calorías) desprendidas por las diferentes combinaciones y formar tablas, en las cuales, al lado de cada combinación, se encontrará la cantidad de calor producida cuando dicha combinación se forma, ó la que exige para deshacerse. En la práctica se presentan fenómenos complejos y hay pérdidas y errores de medición, lo cual hace que hasta ahora no se hayan estudiado más que las reacciones químicas más sencillas.

Cuando una corriente eléctrica atraviesa una disolución, su trabajo se descompone en dos partes: una es perdida y se emplea en calentar los conductores y el baño, teniendo por valor  $\frac{RI^2}{40}$  kilográmetros. (*I* representa la intensidad de la corriente y *R* la resistencia total del circuito.) La otra parte se emplea en producir la descomposición, y está expresada por

$\frac{EI}{40}$  kilográmetros, siendo *E* la fuerza *contra-electro-motriz*, esto es, la fuerza electro-motriz que produciría la combinación del compuesto que la corriente descompone.

Esta cantidad *E* es fácil de determinar, partiendo de las leyes fundamentales de Faraday relativas á electrolisis, que son las siguientes:

1.ª Para una misma disolución, el peso de la materia descompuesta es proporcional á *I*.

2.ª En la acción sucesiva de una corriente sobre varias disoluciones distintas, los pesos descompuestos en el mismo tiempo son proporcionales á los equivalentes químicos de los cuerpos.

3.ª El trabajo necesario á la electrolisis es, por lo menos, igual al que corresponde al calor desprendido por los cuer-

(1) Llámase caloría (gramo-grado) la cantidad de calor que necesita absorber un gramo de agua á cero grados para adquirir la temperatura de un grado. También podemos decir aproximadamente que es la cantidad que necesita un gramo de agua para que su temperatura aumente un grado.



pos disociados cuando se combinan para formar el mismo compuesto. De aquí se deduce que la fuerza electro-motriz de la corriente que ha de producir la descomposición de un compuesto, debe ser mayor que la que se produciría por la recombinación de los elementos disociados.

Supongamos que en una reacción química entra un equivalente químico de un metal, y se produce un equivalente químico del compuesto. Sea  $Q$  las calorías (kilogramo-grado) que se desprenden en la combinación. Esas mismas calorías se han de gastar útilmente para deshacer la combinación formada. Pero la experiencia da que, para precipitar un equivalente de cualquier metal, han de pasar por la disolución de dicho metal 96.000 coulombs.

Sea  $E$  la fuerza contra-electro-motriz que opone la electrolisis de ese compuesto; el trabajo eléctrico necesario para precipitar un equivalente de metal será

$$E \times 96.000 \text{ coulombs-volts,}$$

$$\text{ó } \frac{E \times 96.000}{40} \text{ kilográmetros,}$$

y podemos poner la ecuación

$$\frac{E \times 96.000}{40} = Q \times 424;$$

$$\text{de donde } E = Q \frac{424}{9.600},$$

$$\text{ó bien } E = \frac{Q}{23} \text{ volts.}$$

No hay más que dividir el calor de combinación  $Q$  por el número 23.

Por cada 23 calorías (kilogramo-grado) que produzca la combinación de un equivalente químico del metal, habrá un volt de fuerza contra-electro-motriz en la electrolisis.

El equivalente químico del metal se supone para estos cálculos que expresa gramos. De modo que si lo que se encuentra en las tablas no es  $Q$ , sino el calor desprendido por un gramo de un metal al entrar en cierta combinación, para hallar  $Q$  se multiplicará ese último calor por el equivalente químico del metal. No se olvide que  $Q$  se ha de expresar en calorías (kilogramo-grado).

Por ejemplo, propongamos descomponer el cloruro de zinc precipitando por hora un kilogramo de zinc.

Los datos son:

|                                                                      |                |
|----------------------------------------------------------------------|----------------|
| Equivalente químico del zinc.....                                    | 32,7 gramos.   |
| » » cloro.....                                                       | 35,2 »         |
| » » cloruro de zinc....                                              | 68,2 »         |
| Calor desprendido al formarse un equivalente de cloruro de zinc..... | 56,2 calorías. |

Si para precipitar 32,7 gramos de zinc se necesitan 56,2 calorías (kilogramo-grado), para precipitar 4.000 gramos de zinc, ¿cuántas calorías se necesitarán? Se necesitarán

$$\frac{56,2 \times 4.000}{32,7} = 4.721 \text{ calorías.}$$

Multiplicando 4.721 por 424, tendremos los kilográmetros á gastar por hora para obtener por hora un kilogramo de zinc. Así se obtienen

$$4.721 \times 424 = 729.704 \text{ kilográmetros por hora;}$$

y como un caballo de vapor corresponde á 270.000 kilográmetros por hora, resulta que necesitaremos

$$\frac{729.704}{270.000} = 2,7 \text{ caballos-vapor.}$$

Para obtener el valor de la fuerza contra-electro-motriz que opone el cloruro de zinc cuando se trata de descomponerlo por medio de la corriente, no hay más que dividir las calorías 56,2 por 23:

$$E = \frac{56,2}{23} = 2,45 \text{ volts.}$$

En cuanto al cálculo de la corriente que exige la obtención de un kilogramo de zinc por hora, recordemos que para precipitar un equivalente de zinc ó de cualquier otro metal se necesitan 96.000 coulombs.

Como el equivalente del zinc es 32,7 gramos, podemos poner la proporción:

Si para obtener 32,7 gramos de zinc se necesitan 96.000 coulombs, para obtener 4.000 gramos de zinc ¿cuántos coulombs se necesitarán? Se necesitarán

$$\frac{96.000 \times 4.000}{32,7} = 3.000.000 \text{ coulombs.}$$

Como la hora tiene 3.600 segundos, el número de coulombs que se han de gastar por segundo será

$$\frac{3.000.000}{3.600} = 833 \text{ coulombs;}$$

y como un coulomb cada segundo es lo que se llama un am-père, resulta que la corriente necesaria será

$$I = 833 \text{ ampères.}$$

Si se aprovechase toda la potencia íntegra del generador eléctrico en producir el trabajo de descomposición del compuesto, ó sea la electrolisis, tendríamos ya conocida la potencia que debería tener el motor; pero aquí, como en todas las transformaciones de la energía, hay pérdidas: estas pérdidas están en la transmisión del movimiento desde el motor hasta la dinamo, en los frotamientos de la dinamo, en el calor que se produce en los hilos de la dinamo, en el calor que se produce en los conductores que llevan el fluido desde la dinamo hasta el baño en que se efectúa la electrolisis, en el transporte de los elementos descompuestos desde un electrodo al otro y en el calentamiento del baño.

Hay que calcular ampliamente estas pérdidas, admitiendo, por ejemplo, que sólo se utiliza un 30 por 100 de la fuerza motriz del vapor. Aplicando esto al ejemplo anterior, vemos que para tener útiles los 2,7 caballos que hemos antes calculado, se necesita que el motor produzca  $\frac{2,7}{0,30} = 9$  caballos.

En cuanto al número de ampères (833), persistirá el mismo que era; mas como la energía eléctrica  $\frac{EI}{40}$  ha aumentado considerablemente, y no ha aumentado el factor  $I$ , resulta que el aumento ha recaído sobre  $E$ . La fuerza electro-motriz necesaria, en vez de ser 2,45 volts, será (pecando por exceso, que es lo que conviene en este cálculo) de unos 8 volts, ó sea  $\frac{2,45}{0,30}$ .

Si aplicamos al agua los cálculos que hemos aplicado al cloruro de zinc, resulta que para descomponer el agua se necesitan, por lo menos, 4,5 volts. Porque el equivalente del hidrógeno es un gramo, y un gramo de hidrógeno, cuando se quema y forma agua, produce 34 calorías (kilogramo-grado); de modo que

$$E = \frac{34}{23} = 4,5 \text{ volts.}$$

Para descomponer el agua, y que se desprenda un equi-



valente de hidrógeno (un gramo), han de pasar, como ya hemos visto, 96.000 coulombs.

En cuanto hemos dicho hasta aquí, hemos supuesto que los dos electrodos (placas por donde entra y sale la corriente eléctrica en el baño) eran de la misma naturaleza, y que no *intervenían* químicamente en la electrolisis, esto es, que permanecían inalterables en el baño.

Examinemos lo que pasa cuando el anodo (electrodo por donde entra la corriente en el baño; ó sea electrodo positivo), está formado por el mismo metal que está en disolución en el baño, y que es el que queremos precipitar. Por ejemplo, tomemos por baño la disolución de sulfato de cobre, y por electrodo positivo ó anodo una placa de cobre, siendo el catodo (electrodo negativo) una placa no atacada.

El sulfato de cobre  $\text{CuSO}_4$  es descompuesto por la corriente; el metal cobre  $\text{Cu}$  se deposita sobre el catodo, y  $\text{SO}_4$  es transportado al anodo: si éste fuese inoxidable, se desprendería allí oxígeno; pero en presencia del anodo de cobre, éste se disuelve y se reconstituye el mismo  $\text{CuSO}_4$  que la corriente descompuso. Con este sistema, el trabajo de descomposición, ó sea de electrolisis, debería ser nulo, puesto que se hace y se deshace el mismo compuesto. Pero el trabajo no es nulo en la práctica, aun cuando es en realidad muchísimo menor que cuando no es atacable el anodo.

De lo dicho se desprende que, para electrolisis, los generadores eléctricos que han de emplearse han de dar muchos amperes y pocos volts. Si se emplean pilas, como antiguamente se hacía, deberán ser agrupadas en cantidad, por regla general.

La primera dinamo realmente práctica que se empleó en la electrolisis industrial fué la de Gramme, en 1874. La empleó el conocido M. Christoffe, y permitió reducir el precio del depósito de plata desde 3,87 francos el kilogramo, que costaba con las pilas, hasta 0,90 francos, comprendiendo la amortización. Si esta disminución de precio es poco sensible cuando se trata de metales preciosos, no sucede lo mismo al tratarse de los otros metales usuales, donde tiene una importancia capital, como lo veremos cuando estudiemos las diferentes aplicaciones que hemos enunciado.

FRANCISCO DE P. ROJAS.

## DISTRIBUCIÓN DE LA ELECTRICIDAD.

(Conclusión) (1).

M. Crompton establece como sigue el presupuesto de una instalación de 10.000 lámparas ó 600 kilowatts:

|                                                                                                                                  |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Estación generatriz, edificios, chimenea, depósitos de agua, etc., libras.....                                                   | 41.000        |
| Dinamos y excitatrices: 846 kilowatts con recambio.....                                                                          | 5.540         |
| Fuerza motriz: máquinas, calderas, alimentación, tuberías, correas, etc., á 8 libras 42 dineros por caballo indicado.....        | 42.470        |
| 500 transformadores, uno por cada dos casas, á libras 43 uno.....                                                                | 7.500         |
| 2.000 yardas de conductores de carga, á 308 libras las 400 yardas.....                                                           | 6.460         |
| 20.000 yardas de conductores de distribución de 50 centímetros cuadrados de superficie, á libras 71,7 (véase el cuadro 4.º)..... | 14.270        |
| Aparatos de regularización.....                                                                                                  | 500           |
| <b>TOTAL EN LIBRAS.....</b>                                                                                                      | <b>57.440</b> |

(1) Véase el número anterior.

Para la instalación por acumuladores, M. Crompton propone una semejante á la instalada en Viena.

Las dinamos deberían dar los dos tercios del servicio máximo de 600 kilowatts, ó en las bornas de los acumuladores 448 kilowatts, que, añadiendo  $8\frac{1}{4}\%$  por 100 de pérdida en los conductores de carga, se convierte en 490 kilowatts.

Contando con un 20 por 100 de reserva, llegamos á 600 kilowatts, equivalentes á 4.000 caballos indicados.

Esta instalación puede dividirse en seis grupos de máquinas y dinamos de 400 kilowatts cada uno.

|                                 |               |
|---------------------------------|---------------|
| Los edificios pueden valer..... | 8.000 libras. |
| Las máquinas de vapor.....      | 8.600 »       |
| Las dinamos.....                | 4.800 »       |

Así es que la estación generatriz importaría 24.000 libras en el caso de emplear acumuladores, y 29.000 en el de transformadores.

Los acumuladores deberían tener una capacidad suficiente para dar 200 kilowatts por hora durante las horas en que el consumo excediese de 400 kilowatts, dados por las dinamos.

Según las curvas de carga, este periodo de consumo máximo alcanza dos horas en verano y cuatro en invierno.

Colocando cuatro grupos de acumuladores, cada uno de una capacidad total de 250 kilowatts, ó sean 4.000 kilowatts para los cuatro, tendremos el número suficiente de acumuladores para funcionar hasta cinco horas de consumo máximo, lo que rara vez sucederá, aun en los días de niebla.

Estos acumuladores deben poder descargarse sin inconveniente y con un rendimiento que alcance, por lo menos, á 650 kilowatts, fijándose mucho en que el grado de descarga sea máximo al elegir los tipos de acumuladores.

Hoy pueden encontrarse por precios aceptables acumuladores que llenen este requisito.

También es preciso que los aparatos de regularización permitan reducir al mínimo la diferencia de fuerza motriz entre la carga y la descarga.

Puede hacerse trabajar á la vez, con la corriente, las baterías de acumuladores, durante las horas de máximo consumo, sin ninguna ó casi ninguna pérdida por esta unión, porque la pérdida queda reducida á los momentos que preceden á la parada de las máquinas, cuando termina la carga de los citados acumuladores.

Las estaciones secundarias que contienen los acumuladores, pueden reducirse siempre á dos departamentos: uno para las baterías y aparatos de comprobación, y el otro para el operario encargado de cuidarlos.

Teniendo en cuenta todo lo que antecede, M. Crompton calcula del siguiente modo el precio de una estación para el servicio de 4.000 lámparas por medio de acumuladores:

|                                                                                                                                                  |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Estación generatriz, edificios, chimenea, depósitos de agua, etc., libras esterlinas.....                                                        | 8.000         |
| Dinamos: 600 kilowatts, seis máquinas de 400 kilowatts una.....                                                                                  | 4.800         |
| Fuerza motriz: máquinas, calderas, tuberías, etc., á 8,42 libras por caballo indicado.....                                                       | 8.600         |
| Cuatro grupos de acumuladores, ó sean 240 elementos en serie, á 40 libras por elemento, todo comprendido.....                                    | 9.600         |
| 2.000 yardas de conductores de carga, á 307 libras, 47 chelines, 6 dineros por cada 400 yardas (véase el cuadro 2.º).....                        | 6.437         |
| 20.000 yardas de conductores de distribución, de 461,25 centímetros cuadrados de sección, á 100 libras, 43 chelines, 6 dineros (cuadro 2.º)..... | 20.425        |
| Aparatos de comprobación, medida y regularización.....                                                                                           | 2.500         |
| <b>TOTAL EN LIBRAS.....</b>                                                                                                                      | <b>29.265</b> |



Tal vez se pregunte, dice M. Crompton, por qué se han calculado los conductores de la instalación por transformadores, por el cuadro 1.º y los de los acumuladores por el 2.º. A esto contestaremos que sería peligroso para los obreros el dejar desnudos (aunque vayan sobre aisladores en una alcantarilla) los cables atravesados por corrientes alternativas de 2.000 volts, y aun puede decirse que, según la autorizada opinión de M. Elihu Monjou, es muy difícil la colocación subterránea y el aislamiento de tales cables.

M. Crompton calcula después los gastos de explotación y conservación.

Para el sistema de transformadores, la instalación generatriz deberá estar funcionando continuamente, es decir, que las mayores máquinas deberán estar en marcha tres horas diarias, por término medio; y si es posible dividir las máquinas grandes en otras menores, como en el sistema de corrientes continuas, se podrá contar con un rendimiento de 75 por 100 durante estas horas.

Como los transformadores sólo darán durante estas tres horas el tercio de la carga máxima que pueden desarrollar, su rendimiento será sólo de 70 por 100.

Así, pues, durante estas horas en que la instalación dará 500, 400 y 300 kilowatts, el rendimiento total, ó sea la relación entre los caballos eléctricos dados á las lámparas y los caballos indicados desarrollados por las máquinas, no será mayor de 50 por 100.

Suponiendo que las máquinas de vapor consuman 2 ½ libras inglesas por caballo indicado y por hora (1,13 kilogramos), la cantidad consumida por caballo eléctrico será de 4,65 libras (2,10 kilogramos) ó 6,2 libras (2,81 kilogramos) por kilowatt.

El gasto durante estas horas puede ser el 60 por 100 del de todo el día, ó sean 4.200 kilowatts, de manera que se gastarán 70 céntimos (3.556 kilogramos) durante estas tres horas.

Durante las veintiuna horas restantes, la producción de los transformadores será muy pequeña, y por lo mismo su rendimiento se reducirá á 30 por 100, y el de las máquinas y dinamos á 50 por 100; de modo que el rendimiento será del 45 por 100, y el consumo de 17 libras (7,74 kilogramos) por caballo eléctrico, ó 22,5 libras (10,20 kilogramos) por kilowatt.

Así es que el excedente de 840 kilowatts costará próximamente 8 toneladas más 8 quintales, ó sean con el encendido 12 toneladas inglesas (12.192 kilogramos).

El aceite, grasa, agua, etc., pueden costar 7 chelines 6 dineros por hora para las horas de trabajo grande, y un chelín por hora (1,26 pesetas) para las demás horas. Así es que el consumo total será de 4.849 libras (123,50 pesetas).

El sistema por acumuladores sería mucho más económico. Para la producción de 2.400 unidades bastará hacer funcionar la instalación durante cinco horas con el rendimiento máximo.

La gran experiencia adquirida por el Sr. Crompton en esta clase de instalaciones le permite asegurar que puede obtenerse un caballo eléctrico en las bornas de la dinamo con un consumo de 3 ½ libras (1,59 kilogramos) de carbón por hora. Teniendo en cuenta la mayor pérdida en los acumuladores, la relación entre el trabajo eléctrico en las lámparas y el de las bornas de la dinamo no es menor del 80 por 100. Por esto podemos decir que cada unidad en las lámparas puede obtenerse con 5,75 libras de carbón (2,61 kilogramos), lo que nos da un consumo diario de 5 toneladas y 8 quintales (5.487 kilogramos) de carbón, y aumentando 25 por 100 para imprevistos, serían 2.350 toneladas anuales (2.590 toneladas métricas).

El agua y la grasa no podrían costar 8 chelines (6,30) por hora durante 4.400 horas.

Podríamos contar, pues, que el consumo para producir 2.400 unidades por el sistema de acumuladores, sería de 2,547 libras (63,50 pesetas), que es el 57 por 100 solamente del consumo por el sistema de transformadores.

Para el servicio de la estación, con el sistema de transformadores, siendo el trabajo continuo, se necesitarían tres brigadas, ó sean: dos contra maestres, seis maquinistas y nueve fogoneros; mientras que con el sistema de acumuladores bastaría una sola brigada, compuesta por un contra maestro, dos maquinistas y tres fogoneros.

M. Crompton calcula los gastos de conservación con un tanto por ciento bastante elevado, para representar al mismo tiempo una amortización suficiente y hasta interés para el capital.

Así es que evalúa la conservación de la fuerza motriz y las dinamos en un 40 por 100; y es sabido que unas calderas y máquinas que hayan costado más de 200.000 pesetas, no necesitarán 20.000 pesetas para conservación y amortización.

GASTOS DE EXPLOTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE UNA ESTACIÓN CENTRAL PARA 10.000 LÁMPARAS Ó 600 KILOWATTS.

|                                                                                       | Servicio por transformadores | Servicio por acumuladores. |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| <i>Materias consumidas.</i>                                                           |                              |                            |
| Carbón á 17 pesetas tonelada (en Inglaterra).....                                     | 93.894                       | 54.652                     |
| Aceite, varios.....                                                                   | 23.328                       | 8.827                      |
| <i>Mano de obra.</i>                                                                  |                              |                            |
| Dos contra maestres, seis maquinistas, nueve fogoneros: trabajo del domingo.....      | 35.046                       | »                          |
| Un contra maestro, dos maquinistas: trabajo del domingo..                             | .....                        | 24.589                     |
| <i>Sueldos.</i>                                                                       |                              |                            |
| Un jefe con 12.640; dos ayudantes con 5.548; cuatro dependientes á 2.048 cada uno.... | 30.769                       | »                          |
| Un jefe con 12.640; un ayudante con 5.548; cuadro dependientes á 2.048 cada uno.....  | .....                        | 25.724                     |
| <i>Conservación.</i>                                                                  |                              |                            |
| Fuerza motriz y dinamos, 40 por 100.....                                              | 45.424                       | »                          |
| Fuerza motriz y dinamos, 40 por 100.....                                              | .....                        | 33.800                     |
| Edificios y construcciones, 5 por 100.....                                            | 43.871                       | »                          |
| Edificios y construcciones, 5 por 100.....                                            | .....                        | 10.088                     |
| Transformadores, 40 por 100...                                                        | 6.305                        | »                          |
| Acumuladores, 45 por 100.....                                                         | .....                        | 36.346                     |
| Conductores, 7,50 por 100.....                                                        | 38.643                       | »                          |
| » 2,50 por 100.....                                                                   | .....                        | 46.444                     |
| Aparatos reguladores, 40 por 100                                                      | 4.261                        | »                          |
| » » 40 por 100.....                                                                   | .....                        | 6.305                      |
| Totales.....                                                                          | 288.608                      | 216.845                    |
| 2.400 unidades X 365 días = 766.500 unidades.                                         |                              |                            |
| Coste por unidad.....                                                                 | 0,299                        | 0,282                      |

Como se ve, según M. Crompton, la distribución por medio de acumuladores es más económica que por transformadores.



Esta economía sería mayor si aumentase el gasto ó consumo, porque los gastos que aumentarían serían los del carbón y aceite.

Así es que si el consumo de luz fuese de 3.600 unidades, los gastos de carbón aumentarían en 45.396 pesetas; los gastos totales para las 4.344.000 unidades anuales serían de unas 262.288 pesetas, y de 0,499 por unidad empleando los acumuladores.

Resumiendo, podemos decir que, aunque con el empleo de los transformadores pueda obtenerse un buen interés para el capital empleado, los acumuladores lo dan mucho mayor, porque permiten trabajar solamente diez horas diarias con una brigada de obreros, aunque se hayan de servir muchas luces.



## DINAMOS AUTO-REGULATORIAS.

(Conclusión) (1).

Supongamos que queremos regularizar una generatriz *A* (fig. 7) de modo que produzca una corriente de intensidad constante.

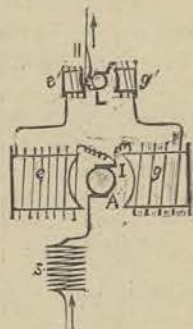


Fig. 7.

La corriente de la armadura *A* se bifurca en *I* en dos circuitos, que van: el uno á los excitadores (*ee'*), y el otro á un contra-excitador *gg'*, á la dinamo regulatriz *L* y después al circuito exterior que encierra la armadura *A*; pero antes de volver á la armadura *A*, la corriente atraviesa un solenoide *s* (fig. 8), cuya atracción sobre un cilindro de hierro dulce

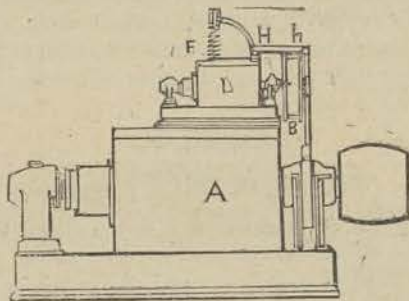


Fig. 8.

ce *K* (fig. 9) hace apoyar más ó menos el freno *H* sobre la polea *B* de *L*, á pesar del resorte antagonista *F*.

Como se ve en la figura 9, el cilindro *K* está terminado en cono por su parte inferior y rodeado en *z* de una envoltura de hierro dulce que no deja más que un hueco de un milímetro á su alrededor, con objeto de obtener con algunas vueltas en *s* una atracción más enérgica.

(1) Véase el número anterior.

Este medio de regularización es muy sensible.

Para demostrarlo, daremos por ejemplo el caso siguiente: una corriente de 20 ampères en *s* ejerce sobre *K* una atracción de 4,90 kilogramos, mientras que el resorte *F* ejerce sobre *h* un efecto contrario de 4,82 kilogramos; de manera que el freno determina sobre *B* una presión media de 80 gramos.

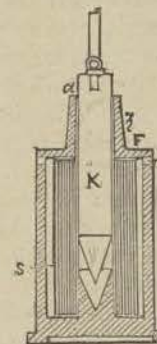


Fig. 9.

Si la corriente de 20 á 24 ampères pasa por *s*, la atracción sube á 4.980 gramos y la carga del freno á 460 gramos, ó sea el doble de su valor normal.

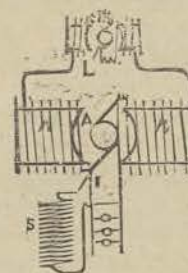


Fig. 10.

La figura 10 representa la disposición de los arrollamientos para una regularización de potencial constante.

El solenoide del freno está montado en derivación con las bornas de *A*, de manera que el freno se aprieta cuando el potencial disminuya en *s* y determine un aumento correlativo de la intensidad en el circuito derivado *mn*.

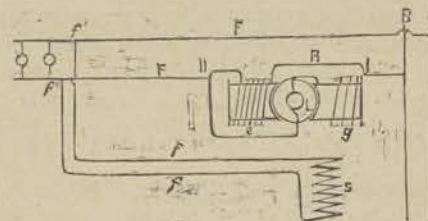


Fig. 11.

La figura 11 indica cómo pueden reemplazarse, por una disposición análoga á las anteriores, las resistencias regulatrices empleadas ordinariamente en las distribuciones para mantener en ellas la corriente invariable en circuitos largos *AB*. La dinamo regulatriz *L* está intercalada en *II*.

El circuito (*IReII*) comprende el arrollamiento excitador *e* y una gran resistencia *R*; el circuito (*IgLII*) comprende la armadura *L*; el arrollamiento desmagnetizante *g*, opuesto á *e*, tiene una débil resistencia, lo mismo que *L*. La bobina del freno *s*, movida por una derivación á larga distancia *ff*, aprieta el freno desde que la tensión baja en *f'* de  $\frac{1}{10}$ , por ejemplo, de la tensión normal.



La presión del freno es mínima, mientras tanto que la tensión es inferior en  $\frac{1}{10}$  a su valor máximo; la mayor parte de las corrientes pasa por el circuito  $(IRell)$  y  $L$  desarrolla una elevada fuerza electro-motriz.

Como la resistencia de  $(R + e)$  es muy considerable, se ve que la dinamo regulatriz  $L$  está en excelentes condiciones para oponer la mayor fuerza electro-motriz posible.

Esto es lo más conveniente, pues á causa de la débil intensidad de la corriente en  $FF$ , no se pierde más que muy poca fuerza electro-motriz. Por otra parte, si la intensidad aumenta en  $FF$ , por el hecho de la interposición, por ejemplo, de un cierto número de frenos en las estaciones centrales, la fuerza electro-motriz disminuye en  $s$ , pero la presión del freno aumenta en proporción; la velocidad de la dinamo  $L$  disminuye, la corriente pasa en su mayor parte por  $(IgLI)$  y la fuerza contra-electro-motriz de  $L$  disminuye lo mismo que su resistencia aparente.

Cuando la intensidad en  $F$  es máxima, las acciones de  $e$  y de  $g$  casi se equilibran sobre la dinamo  $L$ , casi en reposo; de manera que las tensiones en los diferentes puntos de la línea no pueden diferir sensiblemente, mientras que quedan invariables en  $A$  y en  $B$ .

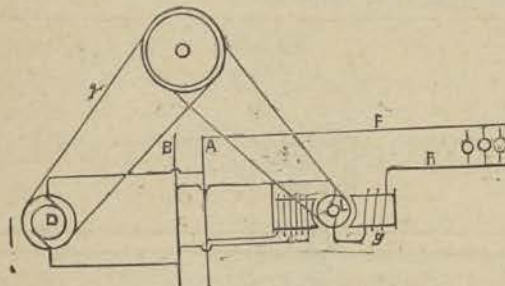


Fig. 12.

En la disposición *preventiva* representada por la figura 12 con las mismas letras que en la figura 11, hemos supuesto en  $L$  una dinamo regulatriz *Compound*, así llamada porque sus electro-ímanes están excitados por un enrollamiento en serie y otro en derivación superpuestos, que puede funcionar sin el empleo de freno ni de la bobina de resistencia  $s$ .

La armadura  $L$  y el enrollamiento desmagnetizador  $g$  están montados en serie con uno de los circuitos exteriores; el excitador  $e$  está en derivación con el circuito principal  $AB$ .

Cuando la intensidad aumenta en  $F$  y en  $g$ , la fuerza electromotriz de  $L$  disminuye. Si se une la armadura de  $L$  á la de la generatriz  $D$  por una misma transmisión  $r$ , el trabajo de  $L$  descansa á la transmisión.

Si no se hace funcionar más que una lámpara en  $FF$ , por ejemplo, la intensidad de la corriente en  $g$  es casi nula, y el enrollamiento  $e$  debe calcularse de manera que  $L$  oponga entonces á la corriente una fuerza electro-motriz igual á la pérdida de potencial constante admitida entre  $A$  y  $B$ , en el punto en que se encuentra dicha lámpara.

Por el contrario, cuando la intensidad de la corriente es máxima en  $FF$ , es preciso que la fuerza contra-electro-motriz de  $L$  sea nula, y  $g$  se calcula en consecuencia. Si la intensidad en  $FF$  es mayor del valor máximo previsto, la acción de  $g$  domina la de  $e$ , y  $L$  engendra una fuerza electro-motriz que se añade á la de la generatriz  $D$ .

Finalmente, si suprimimos  $e$ ,  $L$  obrará siempre como una dinamo que suple las faltas ó pérdidas de tensión de la línea.

RAMÓN CASES CIVERA.

## CALENTAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

POR LA CORRIENTE ELÉCTRICA.

De un interesante estudio que con este título está publicando el eminente electricista francés M. Ed. Hospitalier, tomamos el siguiente estado de los

*Diámetros á dar á los conductores de cobre aislados que han de colocarse debajo de molduras de madera.*

| Intensidad máxima en amperes. | Diámetro mínimo en milímetros. | Parte de carga en volts por kilómetro. |
|-------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|
| 4                             | 0,38                           | 465                                    |
| 5                             | 1,09                           | 400                                    |
| 10                            | 4,75                           | 77,7                                   |
| 15                            | 2,29                           | 68,4                                   |
| 20                            | 2,77                           | 62,4                                   |
| 25                            | 3,20                           | 58,4                                   |
| 30                            | 3,64                           | 54,8                                   |
| 35                            | 4,04                           | 51,8                                   |
| 40                            | 4,37                           | 49,9                                   |
| 45                            | 4,72                           | 48,4                                   |
| 50                            | 5,08                           | 46,4                                   |
| 55                            | 5,44                           | 44,7                                   |
| 60                            | 5,72                           | 43,7                                   |
| 65                            | 6,05                           | 42,3                                   |
| 70                            | 6,35                           | 41,3                                   |
| 75                            | 6,55                           | 40,3                                   |
| 80                            | 6,90                           | 39,3                                   |
| 85                            | 7,24                           | 38,6                                   |
| 90                            | 7,52                           | 37,9                                   |
| 95                            | 7,80                           | 37,2                                   |
| 100                           | 8,08                           | 36,5                                   |
| 110                           | 8,64                           | 35,3                                   |
| 120                           | 9,09                           | 34,6                                   |
| 130                           | 9,58                           | 33,7                                   |
| 140                           | 10,1                           | 33,7                                   |
| 150                           | 10,5                           | 32,0                                   |
| 175                           | 11,7                           | 30,5                                   |
| 200                           | 12,8                           | 29,4                                   |
| 225                           | 13,8                           | 28,0                                   |
| 250                           | 14,9                           | 26,8                                   |
| 275                           | 15,8                           | 26,2                                   |
| 300                           | 16,8                           | 25,3                                   |
| 350                           | 18,6                           | 24,4                                   |
| 400                           | 20,3                           | 23,4                                   |

Estos números se han obtenido con las fórmulas de M. Kennelly, que acepta M. Hospitalier, y demuestran que, cualquiera que sea la temperatura límite adoptada, la fijación del diámetro por la densidad de la corriente sólo puede conducir á resultados erróneos.

## PILA ELÉCTRICA BARÓN.

En esta pila el Sr. Barón emplea nuevos elementos eléctricos, basados en nuevas combinaciones químicas. En efecto, los óxidos de plomo, el carbón y el zinc en disolución, y en ciertos casos el alumbre de amoníaco y el ácido tártrico, son á la pila una gran potencia y gran duración.

En estos elementos, el polo carbón funciona, como puede comprobarse por las muchas burbujas que se renuevan constantemente, alrededor de dicho polo de carbón, mientras que en las demás pilas el carbón sólo sirve de conductor.

El líquido excitador de esta pila contiene muchos cuerpos metálicos, y precipitándole se ve la gran identidad de cuerpos que se desprenden, teniendo en cuenta su transparencia.

En las pilas destinadas al alumbrado, el autor garantiza, con pequeños elementos de la capacidad de un litro y medio de líquido excitador, por lo menos *dos meses* de luz á razón de



cinco ó seis horas diarias, no teniendo que hacer más que cambiar el agua salada de los vasos porosos cada diez ó doce días.

La preparación del líquido no puede ser ni más sencilla ni más económica, según puede verse por la siguiente fórmula:

Colóquense en un vaso de barro ó de fundición esmaltada 20 kilogramos de carbón de retorta ó de encina, con 100 litros de agua filtrada, 20 litros de ácido sulfúrico y 10 kilogramos de zinc. El líquido entra en ebullición inmediatamente: se le añaden 5 kilogramos de minio de plomo muy puro, ó si no la misma cantidad de litargirio.

Se deja hervir el líquido durante tres horas y se le filtra después. Una vez frío, se añaden 20 litros de ácido nítrico á 40 grados.

Este compuesto da resultados excelentes, según el autor. Así es que con seis elementos de un litro y medio de este líquido, el autor ha hecho funcionar durante 288 horas *sin interrupción* una lámpara de 8 volts, descontando únicamente el tiempo necesario para cambiar el agua salada de los vasos porosos, cuya composición es:

100 litros de agua filtrada.

4.500 gramos de sal marina.

La cantidad de ácido nítrico del líquido excitador puede disminuirse y hasta reemplazarse por el ácido tártrico, de modo que el líquido sea casi inodoro. En este caso, es preciso añadir 5 kilogramos de alumbre de amoniaco.

No tenemos más datos sobre esta pila, que, según su autor, es magnífica. Procuraremos enterarnos para tener al corriente á nuestros lectores.

C.

## BIBLIOGRAFÍA.

*Traité théorique et pratique d'électrochimie*, par M. D. TOMMASI, docteur en sciences: 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> fascicules.—Paris, 1890. H. Bernard et Co, impr.-édit., 53 ter, quai des Grands-Augustins. Prix de l'ouvrage complet: 40 fr. (1).

Con el 5.º y 6.º cuadernos ha terminado la publicación de esta notable obra, que forma un gran volumen de 4.200 páginas, verdadero repertorio de todo lo relativo á la Electroquímica, y cuyo carácter práctico la hace muy á propósito para los industriales, químicos, electricistas y para cuantos se interesan en los progresos de esa rama importantísima de las aplicaciones de la electricidad, objeto del notabilísimo artículo del Sr. Rojas, que publicamos al frente de este número.

## NOTICIAS.

**LOS ELECTROMOTORES EN ALEMANIA.** El periódico *Industrias* dice: «El uso de los electromotores para varios objetos está tomando mucho incremento en Alemania, especialmente para hacer funcionar pequeñas máquinas de imprimir, molinos de hacer pinturas y tostadores de café. Otro uso que se ha encontrado para el electromotor es para hacer andar los ventiladores á bordo de los buques, desde la misma fuente de energía que se usa para generar la corriente para las luces eléctricas. La casa de Kummer y Compañía, de Dresde, ha hecho especialidad de este tipo de aparato.»

**ALUMBRADO ELÉCTRICO DE PAMPLONA.** Según los datos y noticias que acabamos de recibir, la capital de Navarra figu-

ra en primera línea entre las ciudades españolas en materia de alumbrado eléctrico público y privado, como tendremos ocasión de demostrar por la reseña que nos proponemos publicar en el próximo número, por no haber medio de hacerlo en el presente.

**LOS PELIGROS DE LA ELECTRICIDAD.** Los aficionados á ver peligros en el empleo de la electricidad, deben leer la siguiente noticia que refieren los periódicos del Canadá:

«El palacio de la Universidad ha sido pasto de las llamas, únicamente por haberse derramado sobre el piso algunas lámparas de petróleo que estaban arreglando para una fiesta del día siguiente. Todo el edificio ha quedado destruido, sin descantar el Museo y una Biblioteca que contenía 25.000 volúmenes. Las pérdidas de este accidente se calculan en ocho millones de pesetas.»

Si á pesar de este caso y de otros muchos que pudiéramos citar, el petróleo se emplea en gran escala para el alumbrado, ¿por qué á la luz eléctrica se han de poner tantas trabas é inconvenientes para su desenvolvimiento?

Bueno es que se tomen las precauciones convenientes y justificadas; pero no tanto que se impida, con el lujo de ellas, el desarrollo del alumbrado y otras aplicaciones de la electricidad.

## SOCIEDAD DE ALUMBRADO ELÉCTRICO DE ORTIGOSA Y COMPAÑIA PAMPLONA.

## CENTRO TÉCNICO ESPECIAL PARA INSTALACIONES ELÉCTRICAS

BAJO LA DIRECCIÓN DE  
D. RAMÓN CASES CIVERA  
Ingeniero electricista.

Lleva hechas varias instalaciones de alumbrado público y privado, de teatros, etc., y cuenta con todo el personal necesario, técnico y práctico, para hacer las instalaciones, como para encargarse de su cuidado y funcionamiento.

## DEPÓSITO Y VENTA DE LÁMPARAS ELÉCTRICAS DE TODAS CLASES PROCEDENTES DE LAS MEJORES FÁBRICAS.

Se hacen planos y presupuestos para toda clase de instalaciones, cualquiera que sea su importancia, encargándose de su total establecimiento hasta dejarlas en marcha, así como de suministrar el alumbrado por su cuenta en el precio y condiciones que se convenga.

## ESPECIALIDAD EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO ELÉCTRICO CON ACUMULADORES por un sistema patentado.

Toda la correspondencia se dirigirá al Director, calle de Alcalá, 97, Madrid.

(1) Advertimos una vez más á nuestros lectores que cuando dejamos los títulos en lengua extranjera, es porque las obras á que se refieren no están traducidas al español.—(N. de la R.)



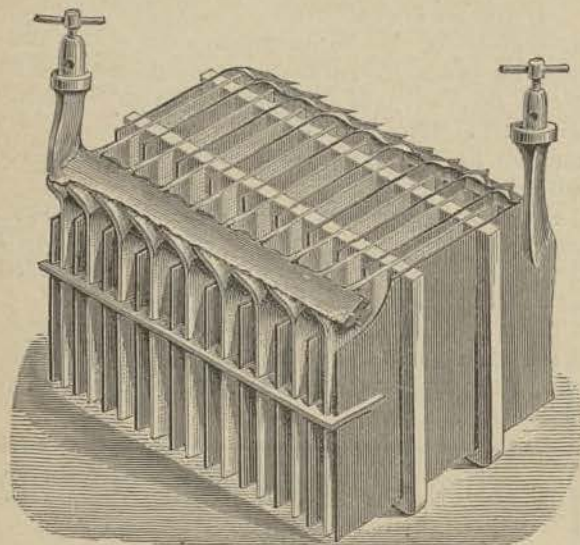
# B. DE MONTAUD, INGENIERO CIVIL.—73, RUE D'ALLEMAGNE, PARÍS.

## ACUMULADORES ELÉCTRICOS (TIPO PLANTÉ)

SISTEMA B. DE MONTAUD, PRIVILEGIADO EN FRANCIA Y EN EL EXTRANJERO.

GARANTIZADOS DE 1 A 5 AÑOS, SIN REPARACIONES Y DESAFIANDO TODA CONCURRENCIA.

Las principales ventajas sobre todos los demás sistemas de acumuladores, además de la *garantía*, absolutamente indispensable, son:



1.<sup>a</sup> Su *duración*, garantizada en absoluto, á cubierto de todo desgaste anormal y de todo accidente eléctrico.

2.<sup>a</sup> La *rapidez de carga*.

3.<sup>a</sup> *Rendimiento* mayor que el de ningún otro sistema, por su gran superficie.

4.<sup>a</sup> *Facilidad* de sacarlos de su caja y de repararlos sin necesidad de instrumentos ni conocimientos especiales.

5.<sup>a</sup> Su *poco peso*, con relación al rendimiento.

6.<sup>a</sup> Su *capacidad*, á peso igual, mayor que la de ningún otro acumulador.

7.<sup>a</sup> La *solidez de montaje*, que evita todo accidente que pudiera producir una carga ó descarga desproporcionada.

☞ No comprar nunca acumuladores sin *garantía*.

SE REMITE **FRANCO** EL FOLLETO DESCRIPTIVO Y LA TARIFA DE PRECIOS A QUIEN LOS PIDA.

## MATERIAL PARA MINAS Y FERROCARRILES.

Locomotoras, carriles, máquinas de vapor, cables, explosivos, herramientas, y cuantos artículos sean precisos para la explotación de minas y construcción de obras públicas.

## TELÉFONOS Y APARATOS ELÉCTRICOS.

Transmisores, receptores y estaciones centrales para líneas telefónicas; manipuladores y receptores *Morse* para líneas telegráficas; transmisores y receptores de cuadrante; hilos y cables conductores; pilas *Leclanché*; timbres eléctricos para instalaciones domésticas, y toda clase de accesorios.

## ALUMBRADO ELÉCTRICO.

Motores, dinamos, cables é hilos conductores, y toda clase de accesorios para el alumbrado por medio de arcos voltaicos y lámparas incandescentes.

Instalaciones completas.

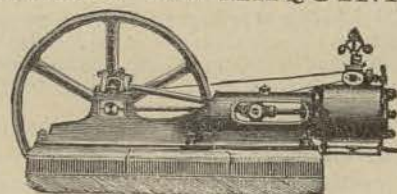
Para tratar sobre los artículos que preceden, dirigirse á

**Jorge González Santelices**, sucesor de **A. Piquet**,  
Infantas, 34, bajo, **MADRID**.

## ESPECIALIDAD DE MÁQUINAS



PARA EL



alumbrado eléctrico.

## LÁMPARAS DE INCANDESCENCIA

de 5 á 2.000 bujías. Consumo: 3 1/2 watts por bujía de 5 á 125 volts.

**Carbones eléctricos** para lámparas de arco, marca «EL GALLO», de la calidad más superior. Se desean ensayos comparativos.



**E. H. CADIOT**, 44, R. Tailbout. **PARÍS**.

## DINAMO OERLIKON

Patente **C. E. L. Brown**

para lámparas de arco y de candencia, transmisión de fuerzas, trabajos electrolíticos y acumuladores.

**EXPOSICION DE 1889 EN PARÍS**

## GRAN PREMIO

ÚNICO CONCEDIDO Á LAS DINAMOS.

Dirigirse á los **Talleres de construcción de Oerlikon**, cerca de **Zurich** (Suiza).