

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

PUBLICADA POR LA
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES

Barcelona, Octubre, 1913

Seguridad en las instalaciones eléctricas

(Conclusión) (1)

III. Sobretensiones en una red de conductores.

Llámase generalmente así á un voltaje superior al normal que accidentalmente puede perturbar la regularidad del funcionamiento en una red de conductores. Los peligros de un contacto aumentan considerablemente y la seguridad de la instalación disminuye en proporción del aumento del voltaje. En los sitios en los cuales el aislamiento presente algun punto débil probablemente será destruído y esto será origen de un gran número de chispas y arcos que por poco que el estado de sobretensión se prolongue y si ella es muy superior á la normal de funcionamiento, producirá seguramente la destrucción de los transformadores máquinas y cables.

Estas sobretensiones pueden ser debidas principalmente á la electricidad atmosférica y al fenómeno llamado resonancia.

a) Sobretensiones originadas por la influencia atmosférica.

El ya citado Ingeniero H. Zipp en su excelente obra *Handbuch der elektrischen Hochspannungstechnik* (2) estudia con alguna extensión la influencia de una nube electrizada sobre una línea aérea.

Sea fig. 9, una nube cargada positivamente en presencia de un conductor y situada aproximadamente hacia la parte media de su longitud; de dicha nube saldrán líneas de fuerza algunas de las cuales cortarán al conductor originando una descomposición de la elec-

(1) Véase Núm. de Abril último.

(2) Publicada en 1911 por la casa Oskar Leiner de Leipzig.

tricidad del mismo. En la parte directamente influida por la nube quedará electricidad negativa, y la positiva del mismo, será repelida hacia los extremos con tendencia á dirigirse hacia la tierra. Con un buen aislamiento esto no será posible y por esto se formarán los campos H_1 y H_2 que se situarán en los campos engendrados por la tensión en las máquinas y transformadores.

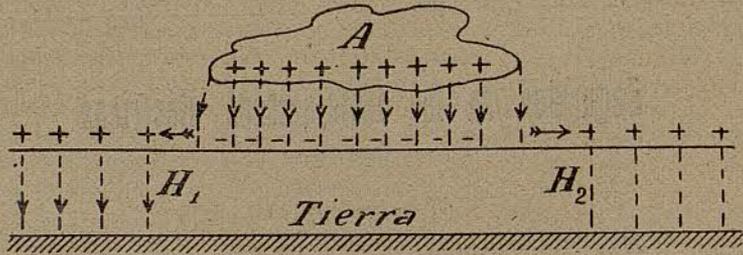


Fig. 9.

Si se aproxima la nube al conductor, quedan nuevas cantidades de electricidad en libertad que se suman á las anteriores y el campo formado puede ser tan intenso que el aislamiento sea roto.

Se comprende que si la nube es arrastrada por el viento con mayor ó menor velocidad pero continuamente, de manera que vaya aproximándose al conductor, puede resultar que el flujo de electricidad positiva se presente bajo la forma de una corriente de mayor ó menor intensidad.

Los arrollamientos ofrecen muy poca resistencia inductiva á la penetración de esta corriente y por lo tanto quedarán uniformemente cargados.

Una carga estática semejante pueden producir también los copos de nieve y el granizo así como también los granos de arena arrastrados por el viento, al rebotar y frotar contra el conductor. Se ha llegado á dar el caso de que el vapor de escape de una locomotora chocando con una línea aérea haya producido este fenómeno electrostático.

Además debe tenerse en cuenta que en un transporte á larga distancia, la línea generalmente atraviesa regiones que manifiestan ciertas diferencias de potencial respecto á la electricidad natural del aire, especialmente en los terrenos montañosos en los que en las par-

tes más elevadas existe una diferencia de potenciales respecto á la tierra, distinta de la de las partes más bajas, lo que da origen á una corriente estática constante que tiende á nivelar dicha diferencia.

Vamos ahora á ocuparnos del caso en que la citada nube descargue contra la tierra.

En este caso el fenómeno es muy complicado y de su mecanismo se han dado muy variadas explicaciones especialmente de lo que se refiere á la naturaleza del rayo que unos consideran como una descarga aperiódica y otros como oscilatoria.

Las imágenes fotográficas del rayo, permiten reconocer el hecho de que la descarga principal va precedida de algunas débiles antedescargas que parecen guiar el camino del rayo.

Si el rayo fuese pues, una descarga oscilatoria, la descarga principal debería seguir algunas oscilaciones que por la velocidad de impresión de las placas fotográficas deberían quedar retenidas como una serie sucesiva de descargas cada vez más débiles.

Sobre tales oscilaciones se han verificado muchas observaciones y Emde ha demostrado matemáticamente la posibilidad de que las descargas sean de naturaleza oscilatoria.

Además la circunstancia observada de que las descargas atmosféricas atraviesan los arrollamientos de vuelta en vuelta parece comprobar que son oscilatorias, pero otras consideraciones que expon-dremos demuestran precisamente lo contrario.

Muy diversamente se estiman el número de períodos de las referidas descargas pues mientras unos las consideran de dos mil períodos otros las hacen llegar hasta un millón. Como se ve, reina sobre esto una gran incertidumbre, pero de todas maneras parece lo más probable que no todas estas descargas son oscilatorias y que el número de períodos según los cálculos de Emde debe andar entre 2.000 y 8.000.

Para los efectos de dichas descargas es indiferente considerarlas de una manera ó de otra, por cuyo motivo nosotros las consideraremos como aperiódicas.

Consideremos nuevamente el caso de la nube de la fig. 9 bajo el aspecto de una descarga aperiódica.

Una vez desaparecida la carga de la nube, la electricidad nega-

tiva del conductor quedará libre y circulará por él con una velocidad

$$v = \frac{1}{\sqrt{C_1 L_1}} \text{ siendo } C_1 \text{ y } L_1$$

las constantes por unidad de longitud. Alcanza con esta velocidad la carga difundida en los arrollamientos de las máquinas y transformadores y se forma una onda eléctrica. Esta onda en su mayor parte reflejada, mientras que su potencial respecto á tierra crece casi del doble, esta tensión total deberá ser recibida en el instante del choque por las primeras vueltas del arrollamiento por lo cual en muchos casos lo atravesará. Se ha observado que es mucho más frecuente que salte de una vuelta á otra que no de las bobinas al núcleo. Este hecho puede ser interpretado de dos maneras:

O bien los aparatos de seguridad han obrado anticipadamente, ó bien el potencial de la onda era tan pequeño que no ha bastado para abrirle camino del arrollamiento hacia la tierra.

Esto último parece muy verosímil, puesto que mientras la electricidad libre durante el estado especial en que se encontraba antes de la descarga del rayo ocupaba solo una parte de la longitud del mismo, después se distribuye sobre la longitud total, baja ahora su potencial respecto á tierra y cuando llega á unos 100 volts, que ya son suficientes, se concentra sobre las primeras espiras del arrollamiento y las atraviesa.

Esto es tanto más probable cuanto más distante es el punto de donde parte la onda de expansión, del extremo de la línea.

Además, la electricidad libre que circula será también impelida en parte á través de los aisladores de la línea hacia la tierra, en los puntos que estén apropósito para ello, de modo que esto será también una causa de la disminución del potencial.

Dedúcese de lo antedichó, que las descargas atmosféricas pueden perforar los arrollamientos sin que los pararrayos entren en acción.

Consideremos nuevamente el caso de una descarga oscilatoria.

Según lo que llevamos dicho podemos tomar 5.000 periodos por segundo como periodicidad media ó sea que la carga de la nube cambia de signo en cada 0,0001 de segundo. La nube que está cargada negativamente influye sobre la longitud de conductor próxima car-

gándole positivamente, mientras que la electricidad negativa queda en libertad y corre con la velocidad $v = \frac{1}{\sqrt{C_1 L_1}}$ hacia los extremos del conductor, aumentando la intensidad de la que se había producido con la primera descarga y que ya hemos dicho que también era negativa. Con un nuevo tiempo de 0,0001 de segundo aparece una nueva variación del signo, la nube es de nuevo positiva y carga negativamente la correspondiente porción de conductor pero esta carga negativa es la misma que por la primera y segunda descarga había quedado en libertad, la que al regresar de nuevo volverá á quedar libre por una cuarta descarga y así sucesivamente. Existe pues un movimiento de vaivén de electricidad negativa hacia los extremos del conductor, que marcha sincrónicamente con las variaciones del rayo, con la velocidad sobredicha, la cual para canalizaciones aéreas es de unos 300.000 km. por segundo, lo que en un tiempo de $\frac{1}{5000}$ de segundo representaría un camino de 60 km. Si la central ó la estación de transformadores dista 40 km. del origen de la variación empujaría la onda más veces hacia el principio del arrollamiento y las probabilidades de una perforación crecerían con el número de empujes.

Además de esta influencia electrostática es muy posible que se origine una onda por inducción del rayo. Este, engendra un campo magnético concéntrico con la dirección del mismo y cuyas líneas de fuerza en ciertas condiciones pueden cortar al conductor. El efecto de inducción más fuerte se manifiesta cuando la línea del rayo es paralela al conductor ó sea en el caso de que salte de una nube á otra; en cambio el efecto es nulo si salta perpendicularmente al conductor.

Pueden darse ambos casos, á la vez, pero el efecto siempre es análogo, por la aparición en los arrollamientos de la onda pírca.

Si bajo la influencia de una de dichas ondas que corren por línea, entra en acción un pararrayos sin resistencia amortiguadora, la línea correspondiente se pone en comunicación con la tierra y las chispas que se originan pueden producir en la canalización, variaciones oscilatorias del potencial de tierra. En el polo del pararrayos que comunica con la línea, se presenta la tensión completa normal como tensión de la tierra y entonces se comprende fácilmente que la onda

eléctrica que rebota contra las bobinas exteriores de los arrollamientos se encuentra en condiciones favorables para atravesar hasta al núcleo de las máquinas y transformadores.

b) Sobre tensiones debidas á la resonancia.

En los circuitos de las corrientes alternas no podemos aplicar la fórmula de la ley de Ohm en su más simple expresión como se emplea en los de corriente continua, ó sea

$$i = \frac{E}{r}$$

pues en aquellos debemos de tener en cuenta la self-inducción y la capacidad del circuito, de manera que la fórmula anterior se substituye por la siguiente

$$i = \frac{E}{\sqrt{r^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

en la cual

r = resistencia ohmica.

L = la auto-inducción expresada en Henrys.

C = capacidad medida en Farads.

$\omega = 2 \pi n$.

Dicho esto, vamos á explicar brevemente el fenómeno de resonancia.

En un circuito eléctrico en el cual exista un condensador sabemos que la fuerza electromotriz de éste alcanza el máximo cuando la corriente es nula, de manera que si ésta cambia de signo, la fuerza electromotriz del condensador pasa detrás de la corriente, la impulsa como si dijéramos. Si ésta f. e. m. está en sincronismo con la corriente, la f. e. m. principal se suma á ella y produce una fuerza suplementaria en el condensador durante el período siguiente, hace el efecto de una reacción adicional cuando la corriente pasa por cero y así sucesivamente. De manera que la fuerza electro-motriz efectiva resultante queda aumentada á consecuencia de la acción del condensador y aumentaría considerablemente si no fuera por las pérdidas de energía y la resistencia del circuito que ella debe compensar y vencer.

Cuando la f. e. m. principal y la corriente no están en coinciden-

cia de fase, existe siempre una componente de la f. e. m. del condensador que tiende á producir este resultado. Sabemos también que esta f. e. m. del condensador puede llegar á neutralizar la f. e. m. de inducción y puede producirse una elevación, real y resonante, de la tensión *que depende de la frecuencia* y de la importancia más ó menos grande de las pérdidas de energía.

Para aclarar lo anteriormente dicho consideremos los circuitos representados esquemáticamente en las figs. 10 y 11 en los cuales

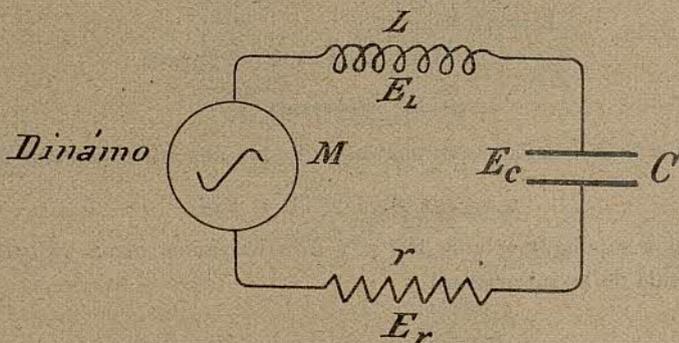


Fig. 10.

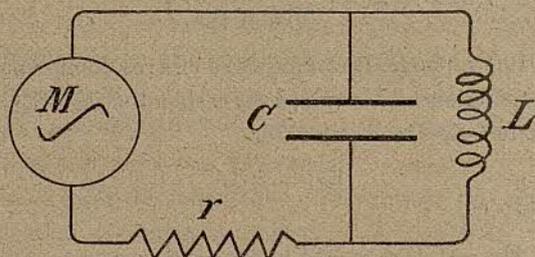


Fig. 11.

existen la resistencia ohmica r , la self-inducción L y la capacidad C . Si estas son constantes y varían las revoluciones de la máquina M , variará también $\omega = 2\pi n$ y por lo tanto el valor de la diferencia.

$$\omega L - \frac{1}{\omega C}$$

Puede llegar el caso en que

$$\omega L = \frac{1}{\omega C}$$

y entonces

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}}$$

lo que nos conduce á un caso de resonancia como podremos ver por el siguiente

Ejemplo

En el esquema de la fig. 10 hagamos

$$r = 50 \text{ ohms}$$

$$L = 20 \text{ Henrys}$$

$$C = 0.1 \text{ Microfarad} = 10^{-6} \text{ Farads}$$

1.^a hipótesis

Sea $n = 50$ periodos por segundo, lo que nos dará un valor de ω :

$$\omega = 2 \times 3,14 \times 50 = 314$$

la tensión supongámosla de 100 v. y substituyamos estos valores en la fórmula de la intensidad.

$$i_1 = \frac{100}{\sqrt{50^2 + \left(314 \times 20 - \frac{1.000.000}{314 \times 0,1}\right)^2}} = 0,004 \text{ Amp. apr.}$$

la tensión de 100 v. puede descomponerse en tres componentes, la E_r , ó sea la correspondiente á r y las correspondientes á E_L y E_C . La que corresponde á E_L tiene por valor

$$E_L = i\omega L$$

que en este caso es

$$E_L = 0,004 \times 314 \times 20 = 25 \text{ v. aprox.}$$

2.^a hipótesis

El número de períodos asciende á 80 por segundo.

En este caso

$$\omega = 500 \text{ apr.}$$

la corriente será

$$i_2 = 0,01 \text{ Amper.}$$

y la tensión

$$E_L = 0,01 \times 500 \times 20 = 100 \text{ v.}$$

3.^a hipótesis

Sea
entonces

$$\omega = 600$$

$$i_3 = 0,02 \text{ Amp.}$$

$$E_L = 0,02 \times 600 \times 20 = 240 \text{ v.}$$

4.^a hipótesis

El valor de ω sigue aumentando hasta llegar á la resonancia, en cuyo caso tendrá por valor

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{CL}} = \frac{1000}{\sqrt{0,1 \times 20}} = 710$$

entonces

$$i_3 = \frac{100}{\sqrt{50^2 + 0}} = 2 \text{ Amp.}$$

y E_L alcanzará el valor

$$E_L = 2 \times 710 \times 20 = 28400 \text{ v.}$$

Este ejemplo demuestra claramente que al aproximarse el estado de resonancia, una fuerte sobretensión pondrá en peligro los elementos de la instalación y que al alcanzar completamente dicho estado, la diferencia enorme entre el nuevo voltaje y la tensión primitiva, destruirá con toda seguridad el aislamiento que no ha sido calculado para resistir una tensión tan elevada.

Dedúcese además del mismo que al proyectar una instalación de corriente alterna, se tiene que tener muy en cuenta el valor L de la self inducción en los transformadores y motores y el de C en los conductores libres y más especialmente en los cables.

Puesto que en este fenómeno es de capital importancia la variación del número de períodos, hay que tener muy en cuenta todas las causas y circunstancias que pueden producirlo.

Sabido es que una chispa eléctrica representa un procedimiento de compensación de muy alta periodicidad, periodicidad que depende en primer lugar de la distancia explosiva de la chispa. Si por ejemplo, en el circuito eléctrico de que tratamos, se abre un interruptor ó se funde algún fusible, nace una distancia explosiva que da origen

á rápidas oscilaciones que pueden engendrar una sobretensión causa de algún fenómeno de resonancia.

IV. Paso de la alta tensión á un circuito de baja.

Otro origen de peligros es el paso de la alta tensión á un circuito de baja, cosa muy fácil de suceder á causa de los transformadores, en los cuales los dos circuitos están muy próximos. Se comprende que si se da este caso, un contacto con el circuito de baja esté expuesto á un grave accidente y que las lámparas, motores y demás aparatos del mismo, así como las líneas corran peligro de ser destruídos. Para evitar esto es por lo que se pone el punto neutro del arrollamiento de baja en comunicación con la tierra, pero como que ya hemos visto que en el funcionamiento normal de la instalación esta disposición constituye un peligro para tensiones más elevadas de 220 v., se han ideado varias disposiciones que más adelante describiremos, que tienen por objeto derivar hacia tierra á la corriente, únicamente en los casos en que se presente una sobretensión.

Sea ahora el caso de la fig. 12. en el que la corriente de alta tensión, á causa de una avería del aislamiento del arrollamiento de alta,

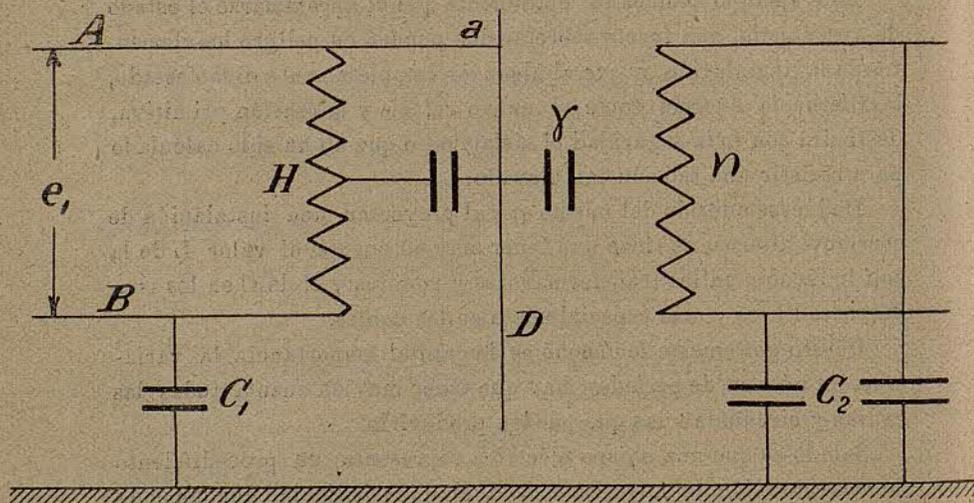


Fig. 12.

se derive por el hierro del armazón hacia el arrollamiento de baja y salvando el aislamiento de éste pase hacia tierra. Sea *a* el punto en

donde se verifica el contacto con el armazón; la corriente de carga que se origina atraviesa la serie de capacidades γ (armazón-bobinas del arrollamiento de baja), C_2 (capacidad respecto á tierra de la red de baja) y C_1 (capacidad respecto á tierra del conductor de alta B).

Tenemos como valor de esta corriente

$$i_c = e_1 \omega \frac{\gamma C_2 C_1}{C_2 C_1 + \gamma(C_1 + C_2)}$$

y la tensión de carga que requiere el aislante del arrollamiento de baja, será

$$e_\gamma = e_1 \frac{C_1 C_2}{\gamma(C_1 + C_2) + C_1 C_2}$$

Si sucede, como acontece en la generalidad de los casos, debido á la gran extensión de la red de los conductores de baja, que γ sea muy pequeño respecto á $C_1 + C_2$, e_γ tendrá aproximadamente el valor e_1 y el arrollamiento de baja tendrá que resistir la alta tensión en su totalidad y por lo tanto será atravesado. Cuando esto haya sucedido, se repartirá la tensión e_1 entre ambas capacidades C_2 y C_1 y entre los conductores de baja y la tierra habrá una tensión $e_{c''}$ que tendrá el valor

$$e_{c''} = e_1 \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

Esta tensión resultará tanto más grande cuanto más lo sea C_1 respecto C_2 , lo que nos dice que el peligro de un contacto con un conductor de baja tensión en el caso de un corto circuito con el de alta, aumenta con la capacidad respecto á tierra del conductor de alta.

También resultan muy peligrosos estos fenómenos en los circuitos de débil tensión, como por ejemplo en los telefónicos, por lo cual tienen que ser montados con mucha escrupulosidad para evitar los efectos consiguientes.

También ofrecen peligro las tensiones originadas por inducción electro-magnética, caso que puede presentarse en los transformadores y máquinas, muy especialmente en los motores sincrónicos, en los cuales puede darse el caso de que estando parado el inducido, quede aún en comunicación con la red y se origine una alta tensión en el arrollamiento excitatriz.

Una cosa semejante puede pasar en los transformadores que tra-

bajan en paralelo. Si en uno de ellos, que esté ya desconectado de la red de alta, á causa de una larga duración de la sobrecarga, entra en acción el dispositivo automático, de modo que su arrollamiento de baja reciba corriente de la red de baja, se engendra una fuerza electromotriz inducida en el arrollamiento de alta que está abierto, y cuyo valor corresponde á la tensión de la red de alta, de manera que creyendo que el transformador está separado de la misma, es fácil que se produzca un accidente al que lo toque confiadamente.

Otras varias causas de accidentes

Frecuentemente sobrevienen percances, no por el circuito eléctrico propiamente dicho, sino por tocar los armazones de las máquinas y transformadores, por las malas condiciones de las puestas á tierra, etc., de lo que nos ocuparemos brevemente, pues en rigor están comprendidos todos estos casos en los cuatro anteriormente mencionados.

Sea la fig. 13 el arrollamiento T de un transformador que esté en

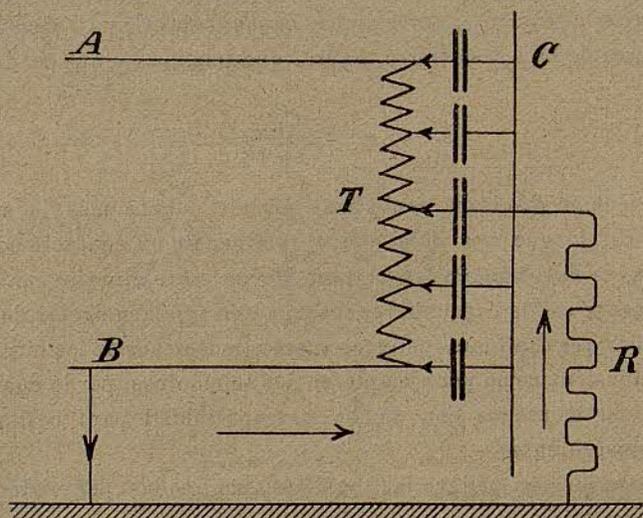


Fig. 13.

tensión, sea C el armazón; el conductor B tiene una pérdida á tierra, indicada por la flecha descendente, más ó menos marcada. Si un hombre, á cuyo cuerpo le señalamos una resistencia R, toca el armazón C, cambia la repartición del potencial en la capacidad del armazón y

A veces basta que haya una diferencia de potenciales entre dos de los polos ó conductores de diferente polaridad para que pase una corriente por el cuerpo del que haga el contacto.

En las líneas aéreas existirá siempre una cierta asimetría entre la capacidad de los diferentes conductores respecto á tierra, y muy especialmente en los que tengan mucha longitud, por lo que existirá siempre un peligro en tocar un armazón aislado, si es que el que haga el contacto esté en comunicación con la tierra.

El medio para evitar este peligro consiste por un lado en la colocación de un pasillo de servicio aislado y por el otro en poner á tierra el armazón. El Reglamento de los Electricistas alemanes dice que se pueden adoptar ambos indistintamente, pero lo mejor sería tomarlos los dos á la vez, pues cada uno de ellos ofrece ventajas especiales.

Cuando cae un alambre de alta tensión es muy posible que el extremo colgante toque ó sea tocado por personas extrañas al servicio eléctrico. Para evitar este peligro se emplean disposiciones que separen al conductor del manantial de energía ó bien se hace que el conductor se ponga á tierra automáticamente. De este procedimiento de puesta á tierra se hacen numerosas aplicaciones.

En la fig. 15 está representada una disposición muy sencilla, en la que por medio del conductor A y del brazo B se dirige á tierra la corriente del conductor desprendido, así, aun cuando se toque la extremidad colgante, no existirá un serio peligro pues la corriente se dirige por el camino mejor conductor.

Las redes de seguridad que se emplean, en muchas ocasiones resultan más perjudiciales que útiles, pues con su peso cargan muy fuertemente el poste y ofrecen mucha superficie al viento y á la nieve, siendo preferible en muchos casos poner conductores más reforzados ó bien disponer los postes más próximos y de mayor altura para que el conductor no pueda llegar á tocar el suelo.

Para la puesta á tierra del porta-aisladores de un poste se deben adoptar algunas precauciones con objeto de que resulte sin peligro y completamente eficaz. El alambre de puesta á tierra debe terminar en un terreno lo más húmedo posible pues de lo contrario en el caso en que aquel deba entrar en funciones estando dicho terreno seco, se desprende mucho calor por el paso de la corriente y resulta que existe

una diferencia de potenciales entre la tierra y el conductor que constituya un grave peligro para el que lo toque.

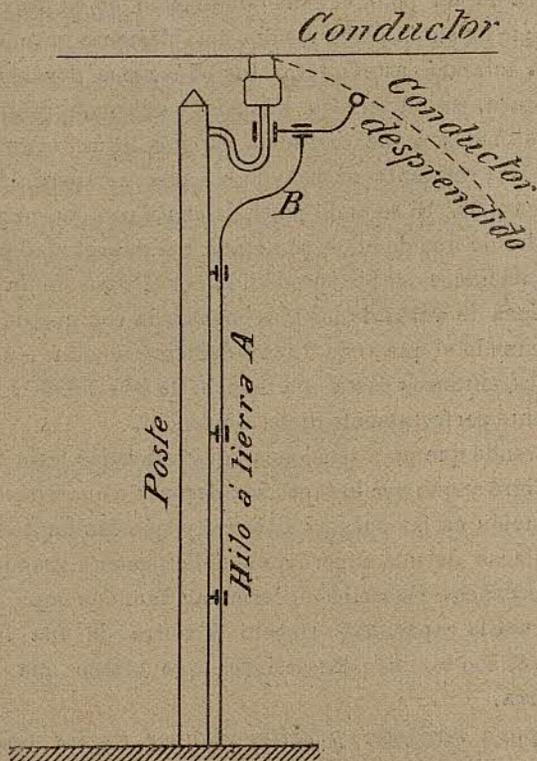


Fig. 15.

Esto debe tenerse en cuenta no solo para los postes sino para los cuadros de distribución, así como para el atirantado de los mismos postes y de las redes protectoras, los cuales pueden ser puestos á tierra con seguridad cuando se tenga la certeza de que las placas de tierra han de quedar en terreno permanentemente húmedo. Si no hay completa seguridad de ello, es preciso montar otro aislador de retención ó bien colgar la red de protección en aisladores. Los postes de hierro requieren también una especial atención pues con ellos una perfecta puesta á tierra apenas si es posible, por lo cual será muy conveniente en ciertos casos proveerlos de una caja protectora de madera hasta una altura de 2'500 metros.

Asimismo la entrada de la conducción á tierra puede ofrecer peligros, sobre todo en el caso en que por formación de un corto-circuito á tierra de un polo, el grado de tensión en la proximidad del terreno en que existe la placa resulta notablemente grande. Una sencilla prueba aclarará este punto. Introdúzcanse dos electrodos en forma de estaca, en un terreno húmedo hasta una profundidad de 0,500 m. y situados á una distancia de unos 10 m. entre sí. Condúzcase á ellos una corriente alterna; de ellos se escaparán radialmente filetes elementales. Si se anda pausadamente con las suelas empapadas alrededor de uno de ellos, se notará una desagradable sensación en las articulaciones del pie, producida por el paso de la corriente, cuando la línea de unión de los pies concuerda con uno de los radios, sobre todo cuando el que anda dista solamente 50 ctm. ó un metro de los electrodos, entonces basta una tensión de 300 á 500 v. para que se experimente perfectamente dicha sensación.

Se comprende que para tensiones muy elevadas esto constituya un serio peligro y que por lo tanto sea necesario una esmerada y cuidadosa ejecución en las puestas á tierra y que sea imprescindible el empleo de placas de una superficie suficientemente grande para evitar estos percances. Debemos hacer notar también aquí que cuanto más grande sea la capacidad respecto á tierra de una instalación, tanto mayores son también los peligros que ofrece una imperfecta puesta á tierra.

Medios para reconocer y evitar algunos de los peligros enumerados.

Aunque de la exposición que hemos hecho de los peligros que ofrecen las corrientes alternas, ya se desprenden los medios más apropiados para evitarlos, reseñaremos brevemente algunos de los dispositivos más adecuados para ello, ó cuando menos, el fundamento de los mismos, dejando para otra ocasión el estudio de los aparatos más modernos empleados en las instalaciones de alta tensión.

Muchos casos desgraciados han sobrevenido por contacto con alambres suponiéndolos libres de tensión. Es pues muy recomendable el uso de aparatos que nos indiquen el estado de tensión del conductor, antes de ponerse en contacto con él. De estos aparatos los hay unos que están basados en las acciones electromagnéticas y otros en las electrostáticas. Los de la primera clase trabajan de modo que la

corriente que circula por la línea obra de una manera inductiva sobre un conductor colocado en su proximidad. La tensión inducida en éste puede ser conocida por medio de un instrumento de medida. Pero los alambres de alta tensión son atravesados la mayor parte de las veces por corrientes de pequeña intensidad que obran débilmente sobre los aparatos de comprobación colocados en su proximidad, de manera que estos aparatos electro-magnéticos no ofrecen bastante seguridad para ser empleados con las altas tensiones.

Mucha mayor seguridad ofrecen los aparatos electrostáticos.

Si aproximamos un electroscopio de panes de oro (fig. 16) á un

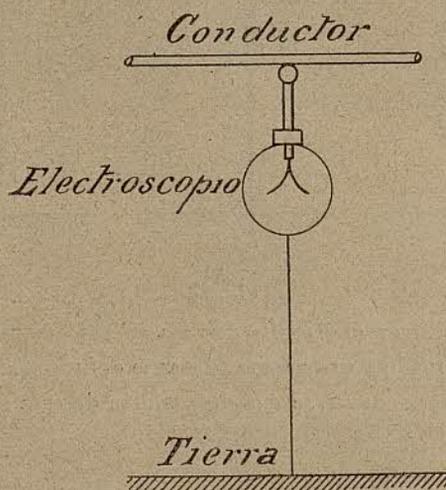


Fig. 16.

conductor bajo tensión, veremos que se separan las hojitas, lo que constituye un medio indicativo. Si se interpone entre un conductor y la tierra un tubo de vidrio y mezcladas con el aceite de su interior, pequeñas partículas de carbón, éstas se ponen incandescentes señalando así la existencia de la corriente en el conductor. En la fig. 17 pueden verse tres de estas disposiciones: un teléfono, un timbre y un tubo, interpuestos entre el conductor y la tierra; los sonidos ó luces correspondientes nos indicarán que el conductor está bajo tensión. En la propia figura se ve también un condensador que hace inmunes dichos aparatos, pues garantiza un perfecto aislamiento del alambre de prueba sin que por esto detenga la pequeña corriente de carga que hace funcionar los aparatos.

Hemos dicho al tratar del paso de las corrientes de alta á los circuitos de baja, que existían disposiciones que permitían el paso á tie-

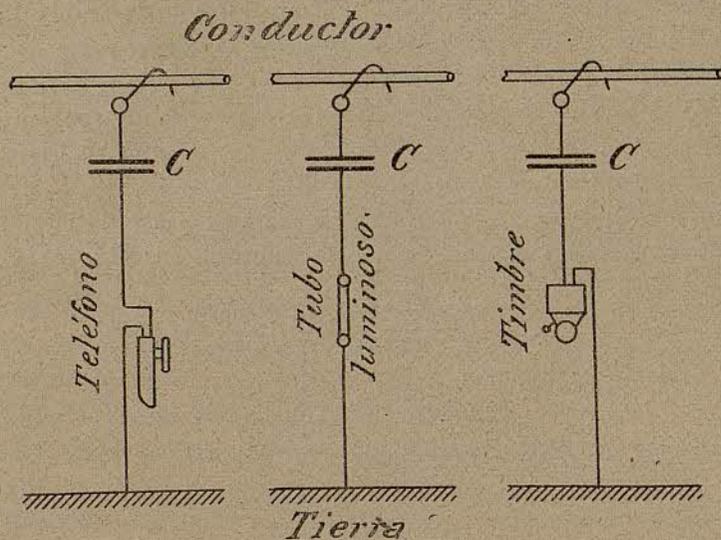


Fig. 17.

rra de la corriente en el circuito de baja en caso de una sobretensión y en cambio, impedían que pasara, durante el funcionamiento normal.

En la fig. 18 puede verse una disposición de esta clase. El punto

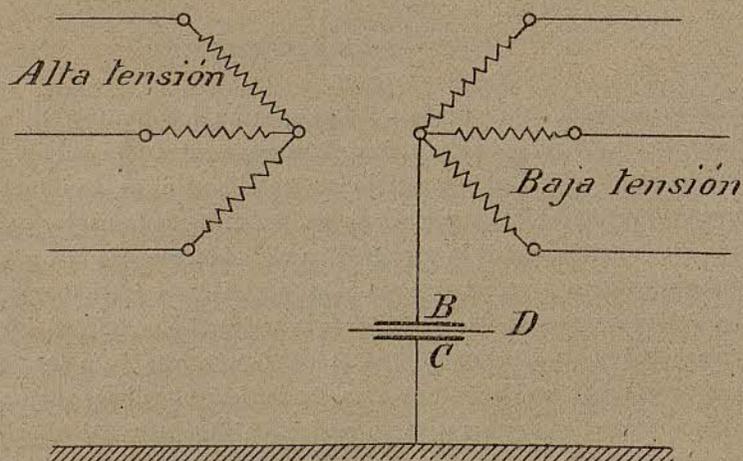


Fig. 18.

neutro del arrollamiento de baja se pone en comunicación con tierra por medio de las armaduras metálicas B y C entre las cuales se interpone una delgada hoja D de mica ú otro material aislante análogo, que tiene que ser destruido por las chispas antes de que la corriente llegue á tierra por el alambre que va del punto neutro á la primera placa y de la segunda á tierra.

Este es el fundamento de una porción de aparatos de seguridad de este género.

También se utiliza para esto la atracción electrostática. La fig. 19

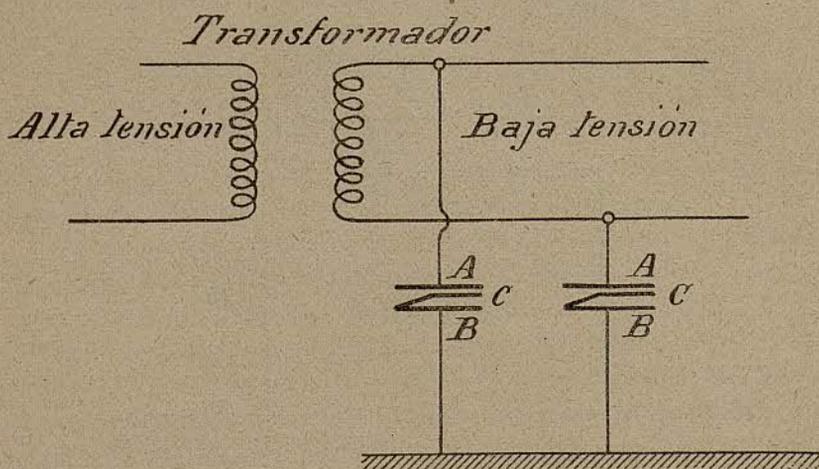


Fig. 19.

da idea de una de estas disposiciones. Los conductores del circuito de baja están unidos á las placas A de metal y las placas B situadas á poca distancia de las A, están unidas por un lado á tierra y por el otro á unas ligeras hojas de aluminio C interpuestas entre A y B. Cuando la tensión en A sea suficientemente grande, será atraída la lámina C hasta pegarse á la placa A y el conductor será puesto en comunicación con la tierra.

Todas estas disposiciones presentan el inconveniente de que no funcionan con la debida seguridad y que entran en acción inoportunamente á causa de las sobretensiones atmosféricas por cuyo motivo se han substituído por otros aparatos más perfeccionados que reúnen las debidas condiciones.

Otro grupo muy importante de disposiciones de seguridad, lo

constituyen las de sobretensión, que están destinadas á desviar las sobretensiones producidas por los fenómenos atmosféricos ó por los de resonancia. Todos ellos reposan sobre el principio de la acción de los cuernos, el cual vamos á explicar concisamente.

En la fig. 20 A y B son dos fuertes alambres doblados en forma

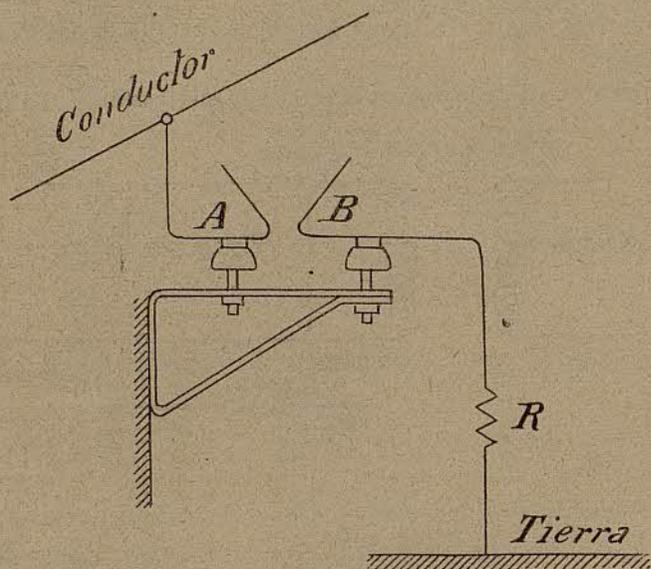


Fig. 20.

de cuernos, el primero A unido al conductor y el segundo unido á tierra. Si por efecto de una sobretensión salta una chispa entre la angostura de los cuernos, se establece con ella la continuidad y la corriente sigue hacia tierra; pero á consecuencia del calor desarrollado y del propio efecto electro-dinámico, la chispa ó arco voltaico formado es aspirada hacia lo alto de los cuernos y entonces lo mismo que pasaría en un arco voltaico en el que se separan excesivamente los carbones, la chispa se apaga y queda interrumpida la continuidad del circuito á tierra.

La separación entre cuernos debe ser tal, que la diferencia normal de tensiones entre el conductor y la tierra no dé origen á ninguna chispa capaz de salvar la distancia más angosta entre las astas.

Para que la intensidad de la corriente que escapa hacia la tierra

por medio del arco voltaico no sea excesiva, se coloca entre el pararrayos y la tierra una resistencia R.

Este sencillo aparato presenta el siguiente inconveniente.

Si una instalación de 6000 v. debe ser protegida contra las sobretensiones, el anterior dispositivo no ha de entrar en acción hasta 7000 v. por lo menos; á este voltaje correspondería una distancia explosiva en la parte más angosta de unos 4 m/m., pero se comprende que esta pequeña separación puede ser obstruida ó debilitada muy fácilmente por el polvo, la lluvia ó la nieve ó bien por un insecto y presentarse inoportunamente el arco y con él la corriente hacia la tierra.

Para la mencionada tensión de 6000 v. una distancia muy conveniente es la de 15 á 25 m/m. que corresponde á 20.000 ó 40.000 v. de sobretensión y que por lo tanto no actuará á 7000 v. como se desea. Para conseguirlo debe recurrirse á otros aparatos mas sensibles que funcionen con la distancia más conveniente entre cuernos.

Entre los varios procedimientos usados para conseguir esto, citaremos uno que se funda en el principio de que una distancia explosiva entra en acción á una tensión mucho más baja de la que le corresponde si está sometida á la influencia de los rayos de luz ultravioleta. Si por ejemplo, en la proximidad de la distancia explosiva principal situamos otra menor auxiliar, de manera que la chispa producida en ésta, ilumine á la otra, saltará también otra chispa en la primera á una tensión mucho menor de la que corresponde á la separación entre cuernos, separación que podremos regular convenientemente.

Una disposición de este género está representada en la fig. 21. Los cuernos del pararrayos comunican también el uno con el conductor de la línea y el otro con tierra por el intermedio de la resistencia R, entre los dos existe la distancia explosiva principal *a*; próxima á esta, existe otra pequeña distancia explosiva auxiliar *b*, enlazada á una gran resistencia *c*, dispuesta de manera que para 6000 ó 7000 v. saltará una pequeña chispa que actuará sobre la *a* la cual descargará entonces la sobretensión hacia la tierra. Una obstrucción de *b* ning cáiruoupefúncoe tasude prdea de la gran resistencia *c*.

Prácticamente se toma la distancia entre cuernos igual á 22 m/m. y

para la auxiliar 6 m/m. para una tensión de 7500 v. Sin la disposición auxiliar la separación serviría para 4000 v. Las astas están niquela-

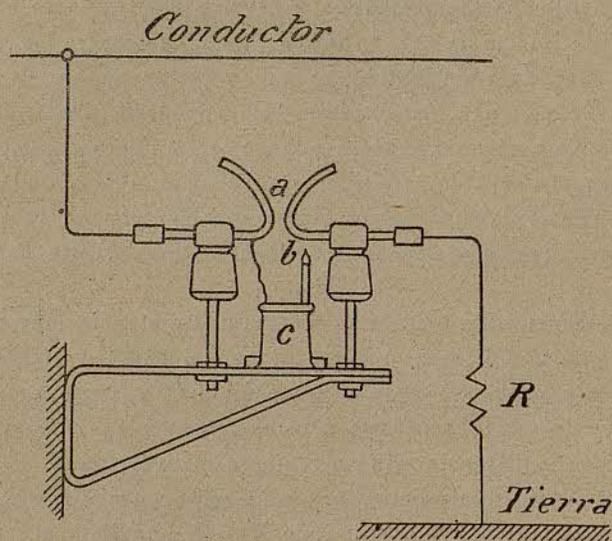


Fig. 21.

das, la resistencia va en una caja de ebonita ó cauchú completamente impermeable y el electrodo auxiliar es de platino.

Existen gran variedad de aparatos destinados al mismo objeto y que según hemos dicho describiremos en otra ocasión.

Con lo dicho creemos haber puesto de relieve las principales causas que afectan á la seguridad de las instalaciones eléctricas y con ello la necesidad de que se reglamenten debidamente y de que el reglamento se adopte oficialmente, pues desgraciadamente en este país no basta recomendar lo bueno, es preciso imponerlo. ¡Cuántas instalaciones hemos visto en las que por una mal entendida economía se llegaban á suprimir hasta los aparatos de indicación más necesarios!

Finalmente recomendaremos á nuestros lectores que usen el Reglamento de los electricistas alemanes cuando tengan que proyectar ó revisar una instalación y hacemos votos para que con motivo de la futura exposición de industrias eléctricas se reúna un congreso de Ingenieros Industriales que se ocupe de la reglamentación técnica de las instalaciones eléctricas bajo el punto de vista de la seguridad y buen funcionamiento de las mismas.

TOMÁS COSTA

LECCIONES DE TERMODINAMICA CON APLICACION A LOS FENOMENOS QUIMICOS

POR EL

DR. D. JOSÉ M.^a PLANS Y FREYRE

Nota bibliográfica

En un artículo que publicamos en Junio último en esta Revista sobre la última Asamblea de Doctores y Licenciados en Ciencias y Letras, señalábamos con pena la falta de protección de que gozan las respectivas facultades, contra la cual reaccionaban justamente los asambleístas en sus conclusiones. Pero si la defensa de las facultades en el terreno que podríamos llamar económico, ó mejor dicho, de derecho á la vida, merece todas nuestras simpatías, el desinterés puramente idealista con que algunas Universidades luchan por mantener elevado su espíritu científico, manteniendo bien alto el prestigio de la ciencia nacional, debe merecer la admiración y la gratitud de todos los buenos españoles.

Entre estas Universidades, la de Zaragoza ocupa un lugar preeminente, y en particular su Facultad de Ciencias, cuyo ilustre decano D. Paulino Saviron, felizmente secundado por los demás catedráticos, ha sabido organizar cursos de ampliación que suplan las deficiencias de los planes oficiales é inicien á los asistentes en los principios científicos más modernos y fecundos que aquellos planes no aciertan á contener. Uno de estos cursos es el que tiene por título el que encabeza este artículo y que su profesor, el distinguido catedrático de Mecánica de aquella Facultad, D. José M.^a Plans y Freyre ha tenido el acierto de resumir en un pequeño volumen, bajo cuya presentación modesta se encierra copiosísima doctrina, expuesta con la corrección y profundidad que revelan los grandes conocimientos al par que las condiciones pedagógicas de su autor.

Todos nuestros compañeros han estudiado nociones de Termodinámica, única base científica del funcionamiento de los motores térmicos; pero pocos se habrán dado cuenta seguramente de que en esta ciencia de creación muy reciente se hallaba la base de grandes leyes

químicas que á medida que se vayan desenvolviendo, pueden convertir una ciencia hasta hace poco puramente experimental como la Química, en una ciencia de base racional tan sólida como la Mecánica. Por esto creemos interesante dar una breve idea de la obra del Dr. Plans, contribuyendo al mismo tiempo de esta manera á rendir al autor el justo homenaje que se merece por publicar la primera obra española donde se tratan profundamente las últimas aplicaciones de la Termodinámica.

La obra se divide en ocho lecciones, de las cuales las cuatro primeras están destinadas á exponer los principios de la termodinámica, y las restantes á su aplicación á los fenómenos químicos. Comprende la primera la explicación de la representación gráfica de Clapeyron por medio de los ejes coordenados, eje de volúmenes y eje de presiones, y el estudio analítico y gráfico de las transformaciones isotermas y adiabáticas en general, terminando con el del trabajo efectuado en una transformación cualquiera y en un ciclo cerrado

La lección 2.^a está dedicada á exponer el primer principio de la equivalencia y su aplicación á las reacciones químicas. Siendo este principio un caso particular del principio de conservación de la energía comprobado por numerosas experiencias, el autor no detalla estas que deja para los tratados corrientes de Física; en cambio, establece los valores del equivalente mecánico del calor según las unidades de calor y de trabajo que sirvan de comparación, deduciendo á continuación la constante R de los gases perfectos, que referida á la *molécula-gramo* equivale aproximadamente á *dos calorías pequeñas* (gramo grado) y permite escribir de un modo general para todos los gases perfectos la ecuación fundamental en la forma

$$pv = 2 T$$

Haciendo aplicación de los principios anteriores á un ciclo abierto, deduce la expresión de la equivalencia en este caso

$$Q - \mathcal{T} = \Delta U$$

siendo U la energía interna de los cuerpos, independiente del camino seguido en la transformación.

Después de aplicar esta expresión á los gases perfectos acudiendo á la clásica experiencia de Joule, se vale de la misma expresión anterior para dar forma analítica al primer principio de Berthelot ó

principio de los trabajos moleculares. así como el 2.º principio, ó sea el de la *equivalencia calorífica de las transformaciones químicas*, no es más, según hace notar el autor, que la propiedad de la variación de la energía interna que sólo depende del estado inicial y del final.

La lección tercera, dedicada al segundo principio de la Termodinámica, se ocupa primeramente de las transformaciones reversibles é irreversibles, que junto con el postulado de Clausius conducen á la demostración del teorema de Carnot, cuya aplicación á la transformación de un gas perfecto permite deducir el rendimiento del ciclo del mismo nombre en forma sumamente sencilla y comprensible.

Consecuencia de este rendimiento es la demostración de la expresión

$$\int \frac{dQ}{T} = 0$$

para un ciclo cerrado reversible cualquiera, y esto lleva por la mano en la lección 4.ª á la función llamada *entropía* por Clausius y que se expresa por S, siendo

$$dS = \frac{dQ}{T}$$

El diagrama entrópico que resulta de tomar como abscisas los valores de la entropía y como ordenadas los de la temperatura, es expuesto á continuación y utilizado, siguiendo la marcha de Mr. Boulvin, para demostrar de una manera sencillísima que el ciclo de Carnot es el de rendimiento máximo entre dos temperaturas dadas.

Una breve aplicación á la máquina de vapor, que el autor no ha juzgado conveniente pasar por alto, aun cuando sólo fuese por haber dado origen á la Termodinámica, cierra esta parte que pudiéramos llamar general del libro,

Los fenómenos químicos á cuyo estudio están dedicadas las cuatro últimas lecciones, son siempre transformaciones irreversibles desde el punto de vista térmico, y por esto la lección 5.ª empieza con consideraciones sobre estas transformaciones, de las cuales resulta que en todas ellas la entropía aumenta, lo cual conduce á la famosa y atrevida proposición de Clausius: «*La entropía del Universo tiende á un máximo*».

La integración de la diferencial de la entropía en el caso de transformaciones irreversibles conduce (para el caso de fenómenos á temperatura constante) á la expresión

$$U = F + TS$$

siendo U la energía interna del sistema que evoluciona, F la energía llamada *libre ó utilizable* y TS el producto de la temperatura absoluta por la entropía, la energía que se llama *ligada ó combinada* que no puede utilizarse.

De la misma integración resulta demostrado el teorema fundamental de la Estática química que afirma el estado de equilibrio de un sistema cuando la función F es un mínimo que recibe el nombre de *potencial termodinámico á volumen constante* por contraposición con el *potencial termodinámico á presión constante* que se designa por Φ y que no excluye la idea de un trabajo externo.

A partir de estos principios, la idea de la *afinidad química* queda definida por la derivada del potencial respecto de la masa cambiada de signo, de igual manera que la intensidad de un campo electrostático es la derivada cambiada de signo del potencial.

Y del mismo modo tiene explicación racional el «*principio del trabajo máximo*» de Berthelot, cuya discusión hace el autor, demostrando su certeza para el cero absoluto y haciendo ver la posibilidad de que no se verifique en algunos casos, cuando nos alejamos de dicha temperatura.

La lección 5.^a termina con los principios de Nernst y de Planck relativos á la constante de la entropía para el cero absoluto y dos aplicaciones que demuestran que el calor específico de los sólidos y líquidos puros tienden á cero al aproximarnos el cero absoluto y que en iguales condiciones tiende á cero el coeficiente de dilatación.

La lección 6.^a empieza con la demostración de la ecuación de Guldberg y Waage que da la condición de equilibrio de un sistema gaseoso en función de las masas de varios cuerpos en presencia y de las que se obtienen por la reacción de los primeros. La demostración parte del teorema fundamental de la Estática química; es decir, de que no puede haber reacción cuando la energía libre es mínima. No detallamos la demostración, lo cual sería impropio de este trabajo, pero hemos de hacer constar con el autor que demostrada esta ecuación

ción, «queda constituido el fundamento científico del estudio general de los equilibrios químicos, y por lo tanto, de los fenómenos de disociación como caso particular, de la ley de la acción de masa, leyes de Berthollet, etc.».

Apoyándose en la demostración anterior, se estudia á continuación el cálculo de la pérdida de energía libre en una reacción química, aclarándolo con un ejemplo numérico, y la lección termina con la fórmula de Le Chatelier-Van t'Hoff referente al corrimiento del equilibrio con la temperatura y su aplicación á las reacciones exotérmicas, endotérmicas y casos intermedios.

Finalmente las lecciones 7.^a y 8.^a están destinadas á la demostración de la regla de las fases y á sus aplicaciones. El tema es demasiado complicado para poder tratarlo brevemente; tan sólo haremos notar que las aplicaciones son fecundísimas. Basta hojear la última lección para ver las numerosas consecuencias que se obtienen de aplicar la regla á sistemas de un solo componente, de los cuales es un caso particular el sistema formado por dos estados de un cuerpo puro, ligados por la fórmula de Clapeyron que se demuestra como resultado de anteriores desarrollos. Según esta fórmula, el calor L de un cambio de estado viene dado por la expresión

$$L = \frac{T}{E} (\mu_{\beta} - \mu_{\alpha}) \frac{dp}{dT}$$

siendo μ_{β} y μ_{α} respectivamente los volúmenes específicos del cuerpo en el segundo y primer estado, T la temperatura absoluta del cambio, p la presión y E el equivalente mecánico del calor.

La aplicación de esta fórmula á la fusión y vaporización y en particular al cambio de la temperatura de dichos fenómenos con la variación de presión, así como la determinación del punto triple, terminan la lección 8.^a

Por este ligero resumen pueden hacerse cargo nuestros lectores de la inmensa importancia científica y hasta industrial de los principios expuestos en la obra, en la cual ha diseminado además su autor, multitud de notas bibliográficas que pueden servir de guía á cuantos quieran estudiar con mayor detalle los hermosos principios científicos de las transformaciones químicas.

JOSÉ SERRAT Y BONASTRE.

NOTICIAS

INFORME DE LA ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES, AGRUPACIÓN DE BARCELONA RELATIVO AL R. D. REGLAMENTANDO EL TRABAJO EN LA INDUSTRIA TEXTIL.—Nuestra Agrupación ha acudido como correspondía á la información abierta por el Instituto de Reformas Sociales sobre el R. D. reglamentando el trabajo en la industria textil, presentando un informe luminoso y detallado en el cual se hacen atinadas consideraciones sobre la interpretación que debiera darse á dicha disposición para que sin desvirtuarse su principal objeto que es mejorar las condiciones del obrero, hiciese posible la vida de la industria textil en las variadas formas en que se presenta en España. Con este objeto se discute ampliamente el aumento de coste que podrán tener los productos, así como las compensaciones que pueden darse á los patronos y se hace notar la urgente necesidad de tratar científicamente estas cuestiones por medio de estadísticas, clasificación de trabajos, etc. en todo lo cual han de tener parte muy activa inspectores técnicos, cuya acción ajena á la función de investigador fiscal puede resultar altamente beneficiosa.

No entraremos en un análisis detallado del informe que, según ya hemos dicho antes, es muy extenso; sólo haremos constar las conclusiones, que son las siguientes:

A) Es de urgente necesidad la creación del proyectado ministerio de Comercio, Industria y Trabajo.

B) Debe procederse seguidamente á la formación de la Estadística industrial y del trabajo en España.

C) La reorganización de la Inspección técnica del Trabajo se hará á base de los Ingenieros Industriales.

D) El máximo de la jornada ordinaria de trabajo efectivo en la industria textil partiendo del límite de tres mil horas anuales ha de mantenerse en todo su rigor procurando su inmediata implantación en todos los establecimientos industriales de esta clase.

E) Para el trabajo nocturno regirá el máximo establecido en la conclusión anterior en cuanto no se trate del trabajo de las mujeres y de los niños, que se regulará conforme á lo ya legislado.

F) En los casos de recuperación de trabajo por observancia de fiestas que no sean de las llamadas de precepto, de paros forzosos por falta de agua motriz, heladas, avenidas, embalses abusivos, interrupciones de corriente de fuerza hidro-eléctrica por causas naturales, reducción de horas por disminución de trabajo y aumento correspondiente para atender pedidos circunstanciales y demás de recuperación previstos ó no en el R. D., se concederá la oportuna autorización por el Gobernador civil de la provincia con audiencia de la Junta Local de Reformas Sociales y previo informe de un Ingeniero Industrial, una jornada máxima de 66 horas semanales, siempre dentro del máximo anual de 3000 horas citado.

En todos estos casos será obligatorio el empleo de aparatos mecá-

nicos precintados indicadores de la duración del trabajo anual.

G) Los industriales que renuncien á recuperar las horas de paro ocasionadas por causas naturales, estarán autorizados para aumentar el trabajo ordinario efectivo semanal en un tanto por ciento equivalente al conjunto de los paros ocurridos por iguales causas en el año ó en el quinquenio anterior, que oportunamente para cada caso se comunicará por la Junta Local de Reformas Sociales, quedando excluidos de la obligación de emplear aparatos registradores.

H) El aumento de trabajo á destajo, siempre que la percepción semanal no exceda de 25 pesetas, será objeto de una especial atención y los conflictos se resolverán de una manera más expedita.

I) Las multas se regularán por el número de elementos de maquinaria productora (telares, husos, etc.)

J) El personal técnico inspector estará completamente ageno á la tarea de imposición y percepción de multas.

K) En los casos de duda que se susciten acerca la inclusión de un establecimiento industrial ó sección del mismo en el carácter de industria textil; en los de recuperación de horas por los diversos conceptos previstos en el Reglamento; en la fijación del tanto por ciento de aumento de trabajo semanal á los que renuncien á la recuperación eventual; en lo referente al tiempo indispensable para la limpieza de la maquinaria; en la tramitación para lo dispuesto para el trabajo á destajo; en la tramitación de peticiones de protección que formulen los industriales y en cuantos intervenga algún factor de carácter técnico cuyo conocimiento puede esclarecer la cuestión, será obligatorio el informe de un inspector técnico Ingeniero Industrial, sin cuyo requisito no podrá ser cursado el expediente para su resolución.

EL EMPLEO DEL HIERRO ELECTROLÍTICO EN LAS CONSTRUCCIONES ELECTRO-MECÁNICAS.— Los resultados alcanzados en la construcción eléctrica moderna parecen dejar poco margen para los perfeccionamientos futuros. Parece, sin embargo, que un progreso importante está en vísperas de introducirse en la industria, por la sustitución del hierro puro á los hierros especiales empleados actualmente para la constitución de los circuitos magnéticos. Su empleo había sido apenas considerado hasta aquí, por razón de que no existía procedimiento de preparación que permitiera su producción á precios industriales. El profesor Frank Fischer parece que lo ha alcanzado por un procedimiento electrolítico y M. Breslauer ha expuesto recientemente en el *Elektrotechn. Zeits.* á raíz de los ensayos hechos con el hierro fabricado en la fábrica de Langbein-Pfannhauser, las consecuencias que puede tener el empleo de este nuevo metal en la construcción de los motores asíncronos y en los transformadores.

En primer lugar ha estudiado las propiedades magnéticas de dicho hierro electrolítico, que pueden resumirse como sigue:

1.º Bajo el punto de vista de las pérdidas:

La pérdida por histéresis parece seguir la ley del cuadrado de la

inducción B; está bien expresada, en el caso de 50 frecuencias, por la expresión

$$0,98 B^2 \times 10^{-8} \text{ vatios por kilgr. de hierro,}$$

La pérdida por corrientes de Foucault, para planchas de 0,mm25 es

$$0,68 B^2 \times 10^{-8} \text{ vatios por kilg.}$$

La pérdida total se puede expresar pues, para frecuencia 50 y planchas de 0mm25 por

$$1,66 B^2 \times 10^{-8} \text{ vatios por kilg.}$$

La experiencia ha demostrado que, en los motores asíncronos, las corrientes en los armazones y en las masas metálicas vecinas, resultantes de los flujos de fuga, aumentan considerablemente las pérdidas teóricas, y el autor ha observado que, en los motores de 3,5 caballos, casi las llegan á cuadruplicar.

2.º Bajo el punto de vista de la permeabilidad, la siguiente tabla da algunas cifras comparativas:

AMPERIOS-VUELTAS POR CENTÍMETRO				
B (Inducción)	Hierro electrolítico	Planchas para dinamo	Planchas para dinamo	Planchas para transformadores
		Coeft. de pérdida 2.8	Coeft. de pérdida 3.6	Coeft. de pérdida 1.45
5.000	0,4	2	»	»
10.000	0,7	6	5	5
12.000	1,0	11	7	11
15.000	4,0	31,5	24	52,5
16.000	14,0	58	46	101
17.000	33,5	106	83	175
18.000	72,0	180	145	260
19.000	112,0	280	270	»

La primera de las dos calidades de planchas ordinarias (coeficiente 2.8) es la que se ha tomado como punto de comparación para el motor asíncrono. Se observará que la diferencia es enorme para las inducciones hasta 15.000. Pero para las inducciones elevadas, la fuerza magnetomotriz necesaria con las planchas ordinarias queda aún al menos doble de la exigida por el hierro electrolítico.

M. Breslauer ha comparado primeramente dos motores asíncronos trifásicos de casi las mismas dimensiones (diámetro exterior del estator 230 mm., longitud 100 mm.) el uno de planchas electrolíticas y el otro de planchas ordinarias. El resultado de esta comparación se traduce por la tabla siguiente:

		Hierro electro- lítico	Hierro ordi- nario
Potencia	caballos	3,5	2,5
Peso de hierro	kilogrs.	20	21
Peso de cobre	»	8	7,2
» de hierro por caballo	»	5,7	8,9
» de cobre por caballo	»	2,3	3,0
» de materia activa por caballo	»	8,0	11,8
Rendimiento	%	83	78,5
Factor de potencia		0,84	0,825
Sobrecarga posible		2,3	2,00
Relación de la corriente en vacío á la corriente normal		0,45	0,48

Luego ha hecho una comparación para transformadores, admitiendo la misma potencia (30 kilovatios, frecuencia 50) y suponiendo en principio un peso de hierro triple al de cobre.

Los resultados son los siguientes:

		Hierro electrolítico	Hierro para transformadores
Inducción		13000	9000
Peso de hierro	kilogr.	154	243
» de cobre	»	51,5	82
» total de materia activa	»	205	325
Pérdida en el hierro	vatios	320	287
» en el cobre	»	370	332
» total	»	690	619
Corriente en vacío (% de la corriente normal)		7,1	8

La misma comparación, hecha con relaciones entre hierro y cobre diferentes para los dos transformadores, dió los resultados siguientes:

		Hierro electrolítico	Hierro para transformadores
Relación del hierro al cobre		2	4
Inducción		1400	7000
Peso del hierro	kilogr.	128	252
» del cobre	»	62	65
» total de materia activa	»	190	317
Pérdida en el hierro	vatios	310	297
» en el cobre	»	345	351
» total	»	655	648
Corriente en vacío (% de la corriente normal)		7,4	8,8

El espesor de las planchas fué supuesto de 0mm4 para las usuales y de 0mm15 para las electrolíticas, por razón de su mayor conductibilidad.

Se ve pues, que el aumento de permeabilidad permite sacar de los materiales mejor partido, puesto que la potencia de un motor con dimensiones iguales puede ser aumentada cerca de 50 %, y que una economía de peso de 30 á 40 % es realizable en los transformadores con las mismas pérdidas y con la misma corriente en vacío.

Otras mejoras análogas, aunque de no tanta importancia, son posibles con el material de corriente continua. Además, los perfeccionamientos en los procedimientos del recocido, permiten esperar ganar algo aún en la permeabilidad. Ningún fenómeno de envejecimiento ha sido notado hasta aquí.

REGULACIÓN AUTOMÁTICA DEL CONSUMO DE GAS EN LOS APARATOS DE LAS FÁBRICAS METALÚRGICAS — M. Glenck trata en un número reciente del «*Stahl und Eisen*», de la necesidad de regular automáticamente el consumo de los gases metalúrgicos en los aparatos que los utilizan, de modo que su consumo se mantenga entre límites razonables, á pesar de las variaciones á menudo considerables de la presión de dichos gases en los conductos que los conducen de los altos hornos á dichos aparatos.

Los reguladores empleados á este efecto son de diferentes clases:

1.º Reguladores de presión, que se intercalan antes de todos los aparatos y que mantienen la presión constante á la entrada, sea cual fuere la que haya antes de dichos reguladores. Pueden estar igualmente dispuestos en derivación sobre el conducto general de gas y maniobrar eléctricamente, por ejemplo, un obturador intercalado entre aquel y las tomas de derivación.

2.º Válvulas de maniobra de derivación que se disponen entre la entrada y salida de ciertos aparatos, tales como los depuradores, en los cuales el gas no debe circular sino en un sentido y que abren dichas derivaciones si se produce una depresión á la entrada de estos aparatos.

3.º Las válvulas de limitación de presión, que se colocan delante de las calderas y que cierran sucesivamente sus mecheros del conducto de salida del gas, si el gasto de dichos conductos resulta insuficiente para alimentarlos á todos.

4.º En fin, las válvulas de cierre que impiden el retorno de gas á los conductos, en caso de depresión antes de los aparatos.

El autor describe los aparatos de regulación construídos para estos diversos usos por la «Aparate Vertriebs Gesellschaft» de Berlin-Wilnorsdorf, como también los reguladores de admisión de aire de dicha sociedad. Da al mismo tiempo, los diagramas obtenidos en aparatos provistos de estos reguladores.

TURBINA DE VAPOR DE 40.000 CABALLOS SISTEMA BROWN-BOVERI-PARSONS.— Los constructores fabrican turbinas cuya potencia cada día es mayor. Según publica «*Le Genie Civil*» en un número de Septiembre último, en la región de París, la central de Sanit-Denis posee

una turbina Brown-Boveri-Parsons de 25.000 caballos y actualmente las centrales de Saint Ouen y de Issy-les Moulineaux destinadas al alumbrado de París á partir de 1914, montan once turbinas de vapor de 25.000 caballos igualmente.

Estas potencias tan elevadas son ya superadas puesto que la casa Brown-Boveri construye una turbina de vapor de 40.000 caballos destinada a la estación central de Mark en Westfalia. Esta turbina que está acoplada á un alternador trifásico á 10 000 voltios y 50 períodos, gira á 1.000 vueltas por minuto y funciona con vapor recalentado á 350° C. y á una presión de 13'5 atmósferas-en la válvula de admisión. El grupo entero tiene 9'80 metros de longitud y 4 metros de ancho.

El mismo constructor tiene ya instalada en la estación central de Reischolz, cerca de Düsseldorf, un turboalternador de 30.000 caballos (5.250 voltios, 50 períodos) y tiene en construcción otro semejante para una central vecina de Colonia.

Estos tres grupos funcionan con condensadores de superficie dobles Brown-Boveri que pueden ser limpiados en marcha, continuando la turbina á plena carga.

EL GAS DE TURBA Y DE LOS BARROS DE ALCANTARILLA UTILIZADOS COMO FUERZA MOTRIZ. — Desde Septiembre de 1911 funcionan en Irlanda dos gasógenos Crossley de 200 caballos cada uno, que sirven para la gasificación de la turba.

La turba bruta conteniendo 35 % de agua, es reducida por secado al aire á 26 % y hasta á 19 % en tiempo caluroso, siendo introducida así dentro de los gasógenos.

Su composición % es:

<u>Agua</u>	<u>Mats. volátiles</u>	<u>Carbón fijo</u>	<u>Cenizas</u>
18,98	55,17	24,75	1,10

El gasto por semana es de 20 toneladas de turba á 7 frs. 50 la tonelada transportada, para un trabajo medio de 275 caballos, ó sea 150 frs. reducidos á 110 frs., en razón del valor del alquitrán producido.

Según el método preconizado por el Sr. Caro de Berlín y el Dr. Frank de Charlottenburg, se utiliza un gasógeno Mond con introducción limitada de aire, operando así una especie de destilación parcial de la turba.

La composición del gas con turba de 50 % de agua es la siguiente, siendo de interés verificar un secado preliminar:

CO ²	CO	H	CH ⁴
17,4 á 18,8 %	9,4 á 11,8 %	22,4 á 25,6 %	2,4 á 3,6 %
	N	O	
	42,6 á 46,6 %	vestigios	

Su poder calorífico es de 1400 calorías por metro cúbico.

Se recupera en los gases sucios los vapores de alquitrán y una gran proporción de NH^3 (70 á 85 % del N de la turba).

En dicho sistema se aconseja poner junto con la turba sucia, substancias porosas, tales como cenizas, escorias, serrín, cok, turba desecada, etc., y después comprimir en frío esta mezcla para poder eliminar cierta cantidad de agua.

Al mismo tiempo que la turba se utilizan los barros de las alcantarillas, cuya utilización agrícola es poco eficaz, para la producción del gas pobre. En Brunn se han hecho ensayos de destilación que dan los siguientes resultados: 55 kgs. de barros, previamente desecados, han dado en una destilación de dos horas y media en retortas:

Tanto por cien kgs.; gas 23'8m³, NH^3 0,957 kgs., cok, 52 á 60%

La composición del gas es la siguiente:

	CO^2	Hidro-carburos pesados	CH^4	CO	H	O	N	Poder calorífico
Gas de barros de 1907	2,2	4,8	18,1	17,5	44,2	0,8	12,0	4122
Id. de 1908	2,2	7,3	23,2	14,4	41,7	0,8	7,9	4179

En la fábrica de Mont-Mesly, cerca de París, los resultados son muy inferiores: 100 kgs. de barros desecados dan por destilación 8,14 m.² de gas, de olor desagradable, de 3500 calorías (separando el SH^2), cuya composición total es:

SH^2	CO^2	O	Hidro-carburos.	CO	CH^4	H	N y no do-sado.
15,55	2,53	3,54	0,56	27,43	24,48	9,60	16,31

Este gas es impropio para el alumbrado, pero utilizable para la producción de fuerza motriz en los servicios municipales por ejemplo.

(De la Revista francesa «Le Gaz.»)



BIBLIOGRAFÍA

COMPENDIO DE FÍSICA Y QUÍMICA por los profesores *J. Kleiber*, de la Escuela Municipal de Comercio, de Munich; y el *Dr. J. Estalella*, del Instituto general y Técnico de Gerona. — Barcelona, Gustavo Gili, Editor, calle de la Universidad, 45. — Un vol. de 400 páginas de 20 × 13 cms. con 375 grabados y una lámina en color. En rústica, 4 pesetas y en tela inglesa, 5 pesetas.

Bien conocido de nuestro público es el *Tratado popular de Física*, de los profesores Kleiber y Karsten, libro que ha introducido una verdadera revolución en los procedimientos de la enseñanza de la Física en los centros técnicos de nuestro país. Pero aquel tratado, por demasiado extenso, no se adaptaba suficientemente á las necesidades de los centros docentes más elementales ó de las personas que por primera vez se dedicaban á estudios físicos, y así el mismo profesor Kleiber redactólo nuevamente en forma de *Compendio* para uso de estos últimos. De qué modo la nueva producción ha respondido á su objeto lo dicen de sobra las seis ediciones que en poco tiempo se han agotado en Alemania.

El Dr. Estalella, á quien se debe la traducción del *Tratado popular de Física* al castellano, ha realizado también la del *Compendio de Física* añadiéndole además, de acuerdo con el profesor alemán, un *Compendio de Química*, de suerte que constituyen ambos trabajos un solo texto, de excepcional interés para los Institutos, Escuelas Normales, de Comercio, de Artes y Oficios, Seminarios y en general para todos aquellos centros donde la Física y la Química figuran entre las materias fundamentales de enseñanza.

La forma sencilla en que se exponen los conceptos, así como la claridad y precisión del lenguaje dan al *Compendio de Física y Química* un alto valor pedagógico, pudiendo augurarse para el nuevo libro, así en la esfera de la enseñanza elemental como en la del estudio privado de los principiantes, un éxito superior al de todos los libros similares.

LE FONDAZIONI DELLE OPERE TERRESTRI E IDRAULICHE e Notizie sui sistemi piu in uso in Italia per *R. Inghia*. — Milano, Ulrico Hoepli, Editore. — Un vol. de páginas XIX-674 con 499 inc. Prezzo legato: L. 7'50.

En el presente libro el autor se ocupa especialmente de las fundaciones poniendo bien en relieve todos los medios que pueden emplearse para las fundaciones, lo mismo comunes que aquellas que presentan alguna dificultad.

Este Manual está dividido en dos partes, conteniendo además un apéndice: la primera parte trata de las excavaciones y fundaciones terrestres é hidráulicas, teniendo en consideración no tan solo su teoría sino la confección de los materiales que en ellas se emplean, sin excluir el cemento armado.

En la segunda parte se dedican más de cien páginas á las fundaciones neumáticas y de las subterráneas, de la geología en las excavaciones y en las fundaciones, teniendo en cuenta los terrenos sísmicos y explicando las reglas que hay que seguir para atenuar los efectos de las ondas sísmicas.

Finalmente, el apéndice trata de los varios sistemas de fundaciones empleados en Italia, cuyas regiones bajo este punto de vista se estudian separadamente, precedidas del relativo contorno geográfico, de un cuadro geológico y de los hechos sísmicos más salientes que á cada una se refieren.

Cada parte comprende numerosos ejemplos de construcciones, ya sean en el país, ya en el extranjero.

Por lo tanto, este manual tiene un valor esencialmente práctico que ha de prestar gran utilidad á los ingenieros, á los constructores, á los encargados de estas obras, etc., por lo cual no dudamos tendrá buena acogida.
