

horizontal y encaja por su parte inferior, á rozamiento suave, en un otro medio cilindro hueco y fijo, provisto de un reborde formado por un tubo de goma.

La hoja de papel que ha de ser ensayado se fija en un punto de la superficie del referido cilindro móvil, y al girar éste alternativamente en uno y otro sentido, es doblado el papel en igual forma entre ambos cilindros hasta que llega á romperse. Una bomba dispuesta lateralmente en el pie del aparato inyecta aire en el tubo de goma que bordea el medio cilindro y oprime la tira de papel contra el cilindro móvil; un manómetro fijo al centro de la base del aparato y puesto en comunicación con el interior del tubo de goma, acusa la presión á que ha sido sometido el papel y registra en el momento de romperse éste la presión que produjo su rotura y, por lo tanto, su resistencia al rozamiento.

El aparato de Shopper (Leipzig), autor del dasímetro que lleva su nombre, determina la resistencia del papel al rozamiento por el número de pliegues que producen su rotura.

Consiste en una lámina de acero con entalladuras por las que pasa el papel de prueba tendido entre dos resortes; la lámina se mueve alternativamente de adelante áatrás por medio de una biela accionada por una manivela, produciendo pliegues en el papel al avanzar y retroceder, hasta que se determina la rotura; entonces se desengalga el aparato, y un contador especial puesto en relación con el husillo de transmisión de movimiento de la lámina referida, señala el número de pliegues que produjo la rotura del papel.

Según este número de pliegues, se clasifica la aptitud del papel en

Muy débil .....	De 2 á 6 pliegues.
Medio débil .....	De 12 á 30
Fuerte.....	De 100 á 300
Fuertísimo.....	De 800 á 6.000

Un papel de periódico es en general *muy débil* bajo este aspecto, y el papel de un billete de Banco *fuertísimo*.

Estas cifras necesitan, sin embargo, la sanción de los laboratorios especiales, en los que, hasta ahora, no se emplean dichos aparatos, haciéndose como en el de Charlottenburgo los ensayos á mano, y para evitar los inconvenientes señalados y conseguir la mayor exactitud posible, se suele encargar del ensayo á diversos operadores, sin que se comuniquen entre sí los resultados, que deben, no obstante, concordar.

Para probar el papel se dispone en hojas cuadradas, que se doblan primero por pequeños pliegues paralelamente á uno de los lados, luego en sentido perpendicular, y después sucesivamente en dirección de las diagonales, lo que produce una serie de dobleces en dichos sentidos; marcada bien esta cuadricula, se hace una bola con el papel y se restringa fuertemente entre las manos, se estira luego el papel deshaciendo toda las arrugas, y se examina al trasluz para ver si aparecen ó no pequeños claros como pinchazos, en cuyo caso el papel es débil; si desprendiese en esta operación mucho polvo, es señal de que contiene demasiado kaolin; si casca como el cristal, es efecto de que la pasta, por demasiado refino, resulta una especie de hidroclúcosa, etc., etc.

LUIS MARÍN.  
Ingeniero de Caminos.

Madrid 6 de Marzo de 1900.

## GRANDES TRANSPORTES DE ENERGÍA ELÉCTRICA <sup>(1)</sup>

A medida que aumenta la tensión de un transporte, va aumentando el peligro de que las descargas de electricidad atmosférica causen trastornos ó deterioros en la instalación; así que el estudio de los pararrayos es de capital importancia en los grandes transportes. Se comprende bien esto, puesto que con la

tensión ha de aumentar la resistencia que ponga á tierra la línea, y en general la longitud de los conductores expuestos á las influencias atmosféricas.

Sucede á menudo que los conductores atraviesan regiones en las cuales la tensión eléctrica de la atmósfera es muy distinta; se producen corrientes que perturban grandemente las instalaciones telegráficas y telefónicas, pero no de una manera sensible los transportes de energía. Para atenuar, sin embargo, este efecto, suelen disponerse puntas metálicas unidas á tierra en los postes, que producen el equilibrio eléctrico, aunque con tal lentitud, que en muchos casos resultan inútiles. Es mucho más conveniente formar un condensador de gran capacidad, disponiendo, por ejemplo, un tubo metálico unido á tierra, y cuyo eje ocupe el conductor en una cierta longitud, estando aislado de él por dos tapones en sus extremidades.

Se ha dispuesto también á veces sobre los conductores de transporte un hilo de espino artificial unido á tierra de trecho en trecho, con el fin de que recibiera las descargas y dejase libre linea. Esto ha dado malos resultados, porque las corrientes en este hilo de protección inducían otras en los de trabajo, y porque este espino artificial se rompe y ocasiona circuitos cortos.

Todas estas disposiciones contribuyen muy poco á evitar los efectos del rayo sobre las máquinas y aparatos de la central, efectos verdaderamente imponentes. En Sirvens una máquina Thury fué completamente destruida; el *Electrical World* cita el caso de un rayo que fundió todo el aislante de una máquina e incorporó los devanados á los núcleos; en multitud de centrales las descargas atmosféricas han producido incendios, algunos de gran importancia.

La primera precaución que ha de tomarse es aislar las máquinas y aparatos de tierra, por lo menos en tiempo de tormenta. Esto hace peligroso el contacto, si no se dispone un piso aislado, como hace Thury, ó no se aislan los obreros que hayan de tocar las máquinas; pero es muy eficaz.

En Stockolmo se puso á tierra el soporte de un transformador de 3.000 v. para seguridad de los obreros. A pesar de los pararrayos, un rayo saltó sobre una de las bornas, y quemando un tubo de caucho, incendió el transformador.

Desde que se aisló el transformador y se puso una bobina de auto-inducción á la entrada, no ha ocurrido accidente alguno.

En Pontresina, la estación generatriz de un transporte de energía fué destruida dos veces en los dos primeros años de marcha; desde que se aislaron las máquinas, y hace de ello siete años, no ha ocurrido nuevo accidente.

No es necesario multiplicar la reseña de casos ocurridos para comprender que si el rayo va buscando tierra, deben aislarse los aparatos todos que se quieran sustraer á sus efectos, y únicamente extraña que no se haya hecho así siempre.

A más de esto, han de disponerse en la central pararrayos, fundados todos en el principio bien conocido de cuantos se ocupan en estos asuntos; pero cuya variedad de tipos ó disposiciones hace bien difícil la elección.

Recientemente se ha publicado un folleto de Neesen, «Die Sicherung von Schwach und Starkstrom Anlagen», en el cual se describen la mayor parte de los pararrayos ideados, dividiéndolos previamente en diez grupos:

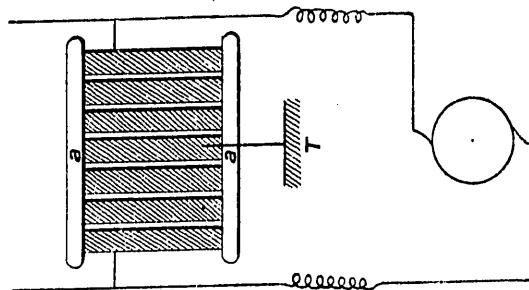
- I. Pararrayos sin arco.
- II. Pararrayos en los que el arco se produce en un medio aislante especial.
- III. Pararrayos de f. e. m. opuesta á la del arco.
- IV. Pararrayos divisores del arco.
- V. Pararrayos que rompen el arco por separación directa de los electrodos.
- VI. Pararrayos que rompen el arco por separación magnética de los electrodos.
- VII. Pararrayos que rompen el arco por calentamiento de cuerpos sólidos.
- VIII. Pararrayos que rompen el arco por calentamiento del aire.

(1) Véase el n.º 1.271.

## IX. Pararrayos que rompen el arco por reacción magnética.

X. Pararrayos que rompen el arco por reacción electrodinámica.

No hemos de entrar en la descripción de los diez ó doce tipos que existen en cada grupo. Parece que para tensiones muy elevadas no han de estar muy indicados los de los tres primeros; los del cuarto, por el contrario, nos parecen los mejores, y entre ellos, especialmente, el de Wurts ó Wirt (que son análogos). Combinan estos pararrayos la división del arco con la propiedad conocida, aunque no bien explicada, del cinc y el antimonio de apagar los arcos, sobre todo, los de corriente alterna. Los construye la General Electric Company, y se emplean mucho en América, donde las tormentas suelen adquirir excepcional importancia. Este pararrayo, según su última disposición (fig. 1), con-

Fig. 1.<sup>a</sup>

siste en varios cilindros de zinc (parte rayada), que están montados sobre dos láminas aisladoras *a a* y separados 1 mm. próximamente. Los cilindros extremos están unidos á la linea, y el central á tierra. Entre el pararrayo y la máquina se ven las bobinas de auto-inducción, que siempre deben ponerse.

Las ventajas de este aparato son: su sencillez, el que está siempre dispuesto á funcionar, el que puede emplearse para cualquier tensión y el que el arco de circuito corto se extingue por su división y por la propiedad ya indicada del zinc.

Los aparatos de los grupos VI, VII y VIII, á más de que son complicados, ó necesitan vigilancia, tienen el grave inconveniente de no estar siempre dispuestos á funcionar, pues que mientras los electrodos están separados, el pararrayo no sirve, y sabido es la frecuencia con que suele sucederse las descargas en algunas tormentas.

Quedan los dos últimos grupos, que son análogos, pero muy preferible el X por su sencillez.

A él pertenece el pararrayo Siemens, que sería el ideal, por lo sencillo, barato, fuerte, etc. Tiene todas las condiciones de un excelente pararrayo; pero el inconveniente de que á veces es perezoso para romper el arco y el circuito corto dura un tiempo bastante apreciable.

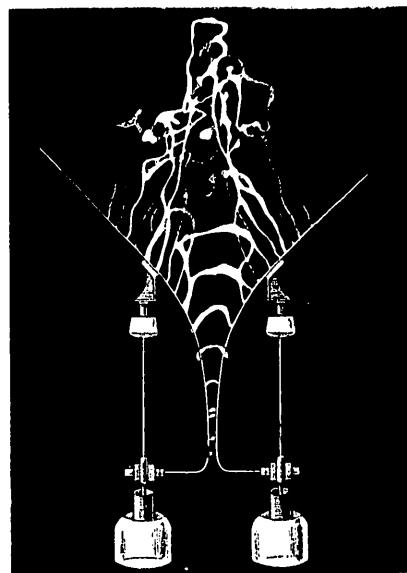
A pesar de esto, en Europa es de un empleo muy frecuente, y casi general en todos los transportes de energía, exceptuando únicamente los de corriente continua, que hace Thury, y en los cuales instala su pararrayo elec.romagnético.

Por lo muy conocido que es, no hemos de describir el pararrayo Siemens; en él el arco se rompe, tanto por calentamiento del aire, como por reacción electrodinámica de la corriente que atraviesa las partes verticales de las dos varillas y de la corriente normal á la anterior, que salva el espacio intermedio y que tiende á ponerse paralela á aquélla.

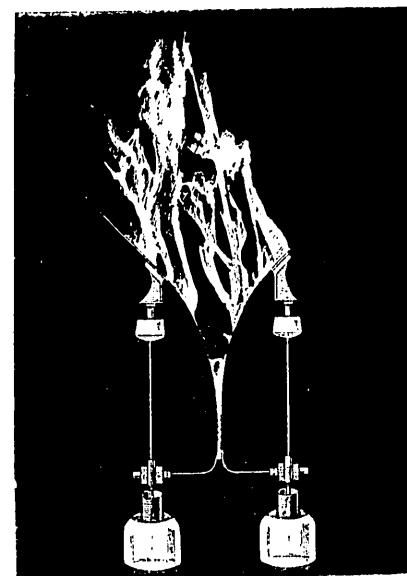
Las figuras 2.<sup>a</sup> y 3.<sup>a</sup> son fotografías de uno de estos pararrayos en el instante de caer un rayo en la central de Johannesburg. En esta central se han hecho experiencias con estos pararrayos para una tensión de 20.000 v., y se ha determinado la duración del corto circuito del siguiente modo:

Delante del objetivo de una máquina fotográfica se dispuso un disco con una pequeña hendidura. Este disco se movía unido al eje de un pequeño motor trifásico isócrono, que giraba á 100 vueltas por 1". La placa impresionada por el pararrayo en circuito corto, á través de la hendidura del disco, presentó 15 ar-

cos, y como el espacio entre cada dos era  $\frac{1}{100}$  de segundo, el circuito corto duró  $\frac{15}{100}$  de segundo. Se comprobó también que la duración del circuito corto variaba con la tensión; así á 10.000 v sólo fué de  $\frac{5}{100}$  de segundo.

Fig. 2.<sup>a</sup>

Todos estos pararrayos están dispuestos en la hipótesis de que el rayo es una corriente oscilatoria de gran frecuencia, y así debe ser, si es la descarga de un condensador, en que una de las armaduras es la nube y la otra el conductor de pequeña resistencia.

Fig. 3.<sup>a</sup>

Steinmetz ha calculado una frecuencia de 7.500 para un conductor de 10 km., y otra de 510 para 130 km.

Se sabe, sin embargo, muy poco del rayo, y no deben sorprender los fenómenos más inesperados que á veces se producen en las Centrales. No puede hacerse más que disponer á la entrada de cada hilo varios pararrayos en derivación, aislar las máquinas, protegerlas por bobinas de auto-inducción, y unir con el circuito de descarga de los pararrayos, todas las masas metálicas que haya de haber en sus inmediaciones. Esto último ha sido muy discutido; en muchos faros se ha insistido en aislar del pararrayo las partes metálicas de la linterna y las galerías y escaleras de servicio de las torres; en la instalación de Colmenar Viejo, que ya hemos indicado se va á poner, por especial empeño de la casa constructora, la galería metálica que sirve los pararrayos aislada de tierra. Nosotros no juzgamos nada de esto prudente; puede obtenerse la seguridad de los operarios con un tapiz aislador, de caucho, por ejemplo, sin poner á pequeña dis-

tancia de una descarga cuya tensión y frecuencia se desconocen en una masa conductora aislada.

Respecto de la *tensión crítica*, es decir, de la mayor posible para cada transporte, dadas sus circunstancias especiales, hemos de procurar reunir las conclusiones que se derivan del importantísimo y reciente trabajo de Scott, sobre las instalaciones americanas.

En toda línea de alta tensión, á más de la pérdida óhmica, que es fácil calcular, y de la pérdida por derivación en los aisladores, que es de muy pequeña importancia si las cosas están bien dispuestas, hay otra pérdida de potencia por esfuvios ó corrientes directas, que se producen entre los hilos á través de la capa de aire que los separa.

Esta última pérdida varía poco con la frecuencia, con la forma de la onda de la corriente, y hasta con el estado de la atmósfera, y es muy pequeña y casi constante, mientras la tensión no llega á un cierto límite; á partir del cual crece enormemente con la tensión; los hilos se hacen luminosos, emiten un sonido estremecedor, y se hace imposible todo trabajo industrial.

La Westinghouse de Chicago, tendió nueve hilos de 1. mm de diámetro, en un plano horizontal, y distantes entre sí 10 cm. Estos hilos, que tenían 18 m. de longitud, estaban perfectamente aislados. Los hilos se unían alternativamente á las bornas de un transformador elevador, y se media la potencia gastada por este transformador trabajando sobre la linea y en circuito abierto. La diferencia entre estos dos trabajos era la pérdida en línea aproximadamente.

Usando tensiones progresivamente crecientes se obtuvo la curva de la fig. 4, en la cual se ve que hasta 18 kv., los valtios

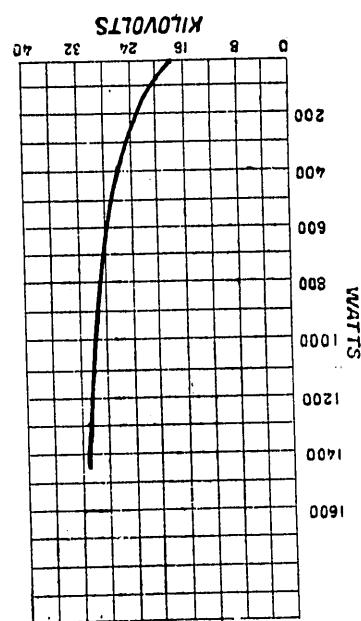


Fig. 4.<sup>a</sup>

perdidos eran inapreciables, y que luego esta pérdida aumentaba rápidamente hasta ser de 1.400 v. á 30 kv. En efecto, á partir de los 18 kv. los hilos empezaron á vibrar y á ser luminosos, acentuándose estos fenómenos con el aumento de tensión.

ANTONIO GONZÁLEZ Y ECHARTE.

(Se continuará.)

## LAS CONCESIONES DE LOS SALTOS DE AGUA

La transformación de la energía mecánica en energía eléctrica, fácilmente transportable y á su vez transformable para su utilización en toda clase de industrias, ha desarrollado un verdadero furor por obtener concesiones de saltos de agua á este fin encaminadas.

Dice el art. 152 de la ley, que en toda concesión de aprovechamiento de aguas públicas se fijará la naturaleza de éste y la cantidad en metros cúbicos por segundo.

El art. 4.<sup>º</sup> de la Instrucción de 14 de Junio de 1883 dice asimismo, que deberá expresarse en la solicitud la cantidad de agua que se pretende utilizar, y *su destino ó sea la clase y entidad del aprovechamiento*.

En el 8.<sup>º</sup>, ampliando este extremo, se prescribe que en la Memoria, además de la descripción de la obra y de su emplazamiento, destino, conveniencia y utilidad, se ha de expresar y justificar, si se han de aprovechar aguas públicas, la cantidad que se solicite comparada con el servicio que va á llenar.

Aparece, pues, perfectamente claro y definido el propósito de la Administración, que es, no conceder más aguas que las necesarias para el objeto que se pretende, á fin de que se saque de las restantes el mayor partido posible en provecho de los intereses generales y particulares. (Real orden de 21 de Septiembre de 1879.)

En muchas de las concesiones que ahora se solicitan, sólo se expresa que el destino de las aguas es para obtener una determinada energía eléctrica, que se pretende aprovechar para el uso público, vendiéndola con arreglo á tarifas, que forman parte del proyecto, bien como fuerza motriz, alumbrado eléctrico, etc., etcétera.

Bien se ve, en el caso que consideramos, que el verdadero destino de la energía del salto de agua, *la verdadera finalidad*, es su aprovechamiento en industrias que ni se definen suficientemente, ni se conoce su importancia. Falta, por lo tanto, á la Administración, *base cierta* en que apoyarse para hacer una concesión conveniente y adecuada á las necesidades que se pretende satisfacer.

Podrá objetarse, y con razón, que no es posible fijar de antemano la importancia y clase de industrias que han de utilizar la energía del salto, puesto que éstas á su vez han de ser, en gran número de casos, consecuencia de la creación de la energía eléctrica y de las tarifas para su venta.

Resulta, por lo tanto, un conflicto para la Administración, porque ó niega en absoluto esta clase de concesiones, matando iniciativas de buena fe, que podrían armonizarse perfectamente con la mejora de los intereses públicos, ó las otorga á ciegas, perjudicando quizá á estos mismos intereses por los cuales está llamada á velar.

Cuando las concesiones se hacen por tiempo limitado, son menos graves las consecuencias; pero cuando éstas se otorgan á perpetuidad, como sucede en el presente caso (art. 220), parece lógico consignar en las condiciones alguna que autorice á la Administración para declarar caducada en todo ó en parte una concesión de esta clase, cuando resultare no utilizada totalmente la energía concedida en los fines para los cuales se hizo la concesión.

Dice el art. 158 de la ley de Aguas, que las concesiones de aprovechamiento de agua caducarán por no haberse cumplido las condiciones y plazos con arreglo á las cuales hubiesen sido otorgadas.

Con incluir entre las condiciones una que diga: «Además de las causas de caducidad consignadas en el art. 158 de la ley, se considerarán como tales para poder declarar la caducidad total ó parcial de la concesión, la *no utilización completa* de la energía eléctrica correspondiente al salto y cantidad de agua concedida, en los fines para los cuales se solicita la concesión», conseguiría la Administración, á nuestro entender, el doble objeto de poner á salvo los intereses públicos y no crear obstáculos á los peticionarios de buena fe.

Esta es nuestra opinión, que, de juzgarse acertada, deseariamos ver traducida prontamente en resoluciones oficiales, que establecieran en este asunto criterio fijo, tanto más necesario, cuanto que la carencia de él puede crear un estado de cosas tal en la concesión de los aprovechamientos de las aguas públicas, que sea punto menos que imposible realizar el plan de pantanos y canales en que tantas esperanzas se fundan para la regeneración económica del país.

Y.