

e_1 y e_2 , y sería origen de ee' , retirados anualmente que compondrían un grupo de pensionistas $(a_3 + a_1) = e' e_m$.

Los presupuestos de las pensiones á comparar son: $a_3 r_1 + a_1 r_2$, y $(a_3 + a_1) r'_2$. En general no puede efectuarse la comparación; pero se comprende que no deben diferir en mucho aquellas sumas por ser r'_2 cantidad comprendida entre r_1 y r_2 ; y con esta hipótesis resulta ventajoso el retiro único, que suprime la falta de equidad procedente del retiro impuesto á funcionarios de edades muy distintas, con perjuicio paralos más jóvenes, y á la vez procura que la mayoría del personal trabaje en el periodo de sus más poderosas energías.

Cuando procedan los retiros escalonados se aliviará el presupuesto: (a) retrasando, cuanto consienta el servicio, las edades límites de cada grupo; (b), extendiendo por su límite inferior las plantillas de las clases en cuyo acceso ocurra el mayor número de bajas por retiro, variando, si preciso fuere, las obligaciones de los cargos; (c), reduciendo la edad de ingreso en la Corporación para nutrir la con gente joven, medida que completada con la prohibición absoluta de admitir candidatos que rebasen de las edades presupuestas, aminoraría los gastos de pensiones. Téngase por seguro que el daño que se irroga á los no admitidos es infinitamente menor que el que sufrirían retirándolos á la mitad de su carrera.

La concesión de licencias para dedicarse al servicio de particulares es causa de aumento de pensionistas, puesto que para reclutar un contingente efectivo N , precisa llamar otro mayor N' , y como á la postre casi todos los que adquirieron derecho vuelven al Cuerpo, los retiros crecen como $p' : p$. Pertúrbase, además, con las licencias, el régimen de los ascensos, subiendo de punto los trastornos que ocasionan, si existen retiros escalonados, en atención al juego que permiten la demora ó premura en solicitar y conceder las salidas, y en pedir la vuelta al servicio.

M. CARDERERA.

(Se continuará.)

EFFECTOS DE RESONANCIA

Entre los muchos inconvenientes de las corrientes alternas de alta tensión para el transporte y distribución de la energía eléctrica, no es el menor la imposibilidad *casi* de asegurar un buen aislamiento, por las tensiones anormales, á veces elevadísimas, que producen las vibraciones secundarias ó harmónicas que acompañan siempre á la principal.

Si la ley elemental $e = E \sin 2\pi \alpha t$ de la variación de la tensión se realizase en las corrientes alternas industriales, esto es, si los generadores produjeran sólo la onda fundamental, el aislamiento á igualdad de tensión eficaz sería más fácil con las corrientes alternas que con las continuas, á pesar de que en aquellas la tensión máxima es $\sqrt{2}$ mayor que en éstas.

Este es un hecho de experiencia, que confirma Thury y que conocen perfectamente cuantos como él se han dedicado á manejar corrientes continuas de alta tensión, y este hecho se explica porque la rapidez de las alternancias impide la polarización total del dieléctrico, la electricidad no tiene tiempo de penetrar, y las capas de signo contrario permanecen más separadas que si el potencial fuese constante. Así la capacidad de un condensador cargado con una pila es siempre mayor que si la carga se hace con una corriente alterna aun de muy baja frecuencia.

No hay que olvidar también la influencia perjudicial que en ciertos casos tienen sobre los dieléctricos los fenómenos de electrolisis, que se reducen notablemente con las corrientes alternas.

Pero ningún fenómeno físico es tan sencillo, y así como dos sonidos de la misma altura é intensidad se diferencian por el timbre, dos diferencias de potencial de la misma frecuencia y

magnitud eficaz, difieren también por las harmónicas que los acompañan, dándoles un timbre especial, que si no percibe el oído, acusan perfectamente los dieléctricos; y decimos los dieléctricos, porque los aparatos industriales de medida no señalan las diferencias de potencial que producen las harmónicas de orden elevado.

Un electrómetro sometido á la descarga de un carrete de Ruhmkorff, se llena de chispas y apenas señalará 1.000 v.

Los aparatos térmicos han de instalarse con transformadores intermedios, y las fugas magnéticas que originan las corrientes harmónicas de alta frecuencia al recorrerlos impiden toda medida. No hay que pensar en aparatos que tengan un coeficiente de auto-inducción apreciable por la misma alta frecuencia de las corrientes.

Esta propiedad de los aparatos industriales de medida ha dado origen á fenómenos muy curiosos, tales como el arco que saltó á 14 cm. entre dos conductores de la central de Saint-Ouen (Paris), cuando *parecía* que la tensión era sólo de 6.000 v.

Va siendo ya larga la lista de instalaciones en que ha sido necesario levantar la red ó cambiar las máquinas por defectos de aislamiento, después de haber probado cada uno de los elementos con buen resultado y con una tensión doble ó triple de la de trabajo.

No han influido poco estos hechos para que tengan partidarios decididos los transportes por corriente continua, preconizados por Thury, y de los cuales se ha hecho recientemente algunas aplicaciones en el extranjero y aun en España (Rentería); pero las dificultades de aplicar este sistema en el caso general (transporte y distribución de luz y fuerza á una gran población), y la variación de velocidad con que han de trabajar los generadores, hacen que no se generalice.

Los Ingenieros vuelven siempre á la supresión del conmutador y al transformador de Gaulard, esto es á las corrientes alternas, procurando estudiar más detenidamente los complejos fenómenos que originan y que constituyen hoy la parte más incierta y delicada de la electrotecnia.

En una conferencia que dió en París en Junio último el conocido especialista Maurice Leblanc ante la Escuela Superior de Electricidad, se ocupó de algunos de estos fenómenos, y hemos de procurar reunir aquí los resultados prácticos que se desprenden, prescindiendo en lo posible de los desarrollos de cálculo.

Desarrollando por la serie de Fourier la función que representa la diferencia de potencial en función del tiempo, en el caso más corriente, de que pase por valores iguales y de signo contrario al fin de cada semiperiodo, tendremos:

$$h = h_1 \sin 2\pi \alpha t + h_3 \sin 2\pi [2\alpha t + \varphi_3] + h_5 \sin 2\pi [5\alpha t + \varphi_5] + \dots$$

Y la tensión eficaz será:

$$H = \sqrt{\frac{h_1^2 + h_3^2 + \dots}{2}}$$

mientras que la tensión máxima e que sufre el dieléctrico será el mayor valor de h y se demuestra fácilmente (aunque el cálculo es largo, y no lo reproducimos), que la relación $\frac{e}{H}$ puede crecer indefinidamente.

En las fábricas lo único que puede y debe mantenerse constante, es la tensión eficaz que corresponde al primer término $h_1 \sin 2\pi \alpha t$, y por lo tanto, la e dependerá de otras circunstancias y podrá ser mayor que cualquier cantidad conocida.

No puede mantenerse, en la fábrica, constante H , puesto que como ya hemos dicho, esta tensión, que es la verdadera eficaz, no la dan los aparatos de medida.

Tampoco debe mantenerse constante, pues esto ocasionaría el que se parasen tal vez todos los motores de utilización; supongámonos, en efecto, que una harmónica de orden elevado adquiriera im-

portancia preponderante; entonces para el valor constante de H , el término H_1 será muy pequeño, y como la corriente de la armónica por su alta frecuencia pasaría por el motor sin producir trabajo, aquél se parará.

Si con lo expuesto hemos conseguido presentar las dificultades del problema, indicaremos en un artículo próximo qué consideraciones encaminan á la solución.

ANTONIO GONZÁLEZ Y ECHARTE.

Madrid, Noviembre 99.

AFLUENCIA DE AGUAS EN LOS TÚNELES

Medios de impedir su acceso en el interior de un túnel.

Por lo expuesto en el artículo anterior, se ve que la cantidad de agua que afluye en el interior de un túnel se compone de dos partes muy distintas. La una, que constituye, por decirlo así, el agua normal, es la debida á las filtraciones. La otra, de carácter eventual, tiene por causa el encuentro de fallas ó corrientes subterráneas.

Se comprende que podrá ser de sumo interés en ciertos casos para disminuir la importancia de los agotamientos, emplear disposiciones propias para impedir, ó por lo menos disminuir, la cantidad de agua que entra en el interior de un túnel: estas medidas son de dos clases: las que se pueden tomar en el exterior y las que pueden emplearse en el interior del túnel.

Disposiciones diversas en el exterior para prevenir ó disminuir las filtraciones.—Estas medidas deben necesariamente ser muy incompletas, toda vez que sólo pueden aplicarse en determinadas partes de la superficie, y las filtraciones (por lo menos en tiempo de lluvia), por el contrario, tienen lugar por todos los puntos del terreno.

Su embargo, se pueden atacar las filtraciones en aquellos puntos en que se ve que son permanentes, como sucede por el fondo de ciertos arroyos, por algunas fallas ó afloramientos del terreno, etc., etc.

Para impedir que las aguas de la superficie se filtren por un afloramiento, se establece, aguas arriba del mismo, una zanja ó cuneta destinada á recoger las que corren por aquella, cuyas aguas se conducen luego á distancia suficiente para que no pueda ninguna parte de ellas filtrarse por el afloramiento ó falla.

Si se trata de un arroyo en cuyo lecho hay grietas por las que se escapa el agua, ó bien se ve si es posible desviar su curso por terreno á propósito, ó se reemplaza su lecho natural por otro artificial que sea impermeable.

Esto último puede hacerse de diversas maneras.

Si se trata de un arroyo estrecho y de régimen torrencial, se quita en la parte que se supone existen las grietas, la capa de arena y guijarros hasta llegar á la roca viva; se apisona después sobre el fondo un cierto espesor de arcilla, encima de la cual se echa de nuevo la arena y guijarros, teniendo cuidado de colocar éstos últimos de manera que se forme un lecho de cierta regularidad.

Otras veces se hace correr el arroyo en un lecho artificial, construyendo un verdadero canal de mampostería ó de madera, que si bien constituye una obra menos duradera, es en general más fácil de establecer.

Estas diversas disposiciones no impiden de una manera completa las filtraciones debidas á una corriente de agua, porque, por poco ancho que sea el valle, el lecho artificial ocupa sólo la menor parte, y no puede recoger todas las aguas de avenidas ordinarias y extraordinarias.

Esevidente que estas precauciones pueden sólo tomarse cuando su coste sea igual ó poco mayor que el que originaría el agotamiento de las aguas, pues de lo contrario, quizá convenga más

afrontar los inconvenientes del agotamiento, ya que de todos modos el resultado de aquellas disposiciones es siempre algo problemático.

Medios de retener las aguas que han penetrado ya en el interior de un túnel.—Puede darse el caso de que sean tan abundantes las aguas que se presenten en el interior de una galería, que sea conveniente no proseguir los trabajos por aquel ataque, y con objeto de que las aguas no inunden toda la parte en construcción, se puede construir en el extremo de la galería, donde afluyan las aguas, un muro ó tabique impermeable, que los franceses llaman *serrement* cuando el tabique es vertical y *plate-cuve* si es horizontal, que se establecerá, por ejemplo, en un pozo ó también en una galería para tapar una falla vertical.

Los *plate-cuves* y los *sernements* que nosotros designaremos con los nombres de *cerramiento horizontal* y *cerramiento vertical*, son obras muy especiales que deben ser objeto de toda la atención del Ingeniero encargado de establecerlas. Es preciso asegurarles una impermeabilidad tan grande como sea posible y especialmente una solidez á toda prueba, pues su rotura supondría un desastre, si la obra encerraba tras sí una gran masa de agua sometida á una carga considerable.

Esta clase de obras son más propias de una explotación minera que de la perforación de túneles. No obstante, puede ocurrir en la apertura de éstos que la galería de avanzamiento no deba ser prolongada en la dirección que tiene, á causa de una repentina aparición de agua que invadiría toda la parte en construcción sin probabilidad de agotarse nunca, ó bien por efecto del aumento de las filtraciones existentes hasta el punto de impedir la prosecución de las obras sin costosísimos trabajos de duración indefinida.

Si en estas circunstancias se juzgase factible, después de minucioso examen geológico del terreno, salvar la dificultad desviando la dirección del eje de la galería, deberá empezarse por cerrar ésta un poco antes de su extremo infranqueable, para evitar la inundación de la parte ya construida y defender la nueva galería. Es, pues, un *cerramiento vertical* una presa de eje horizontal destinada á contener las aguas encerradas detrás de su emplazamiento.

Se los puede construir con piedra, ladrillo ó hierro, pero generalmente son de madera, pues ésta se presta mejor á la reparación de las deformaciones que el enorme peso de las aguas represadas pudiera originar, resultando el conjunto siempre suficientemente impermeable, mientras que con los dos primeros materiales, las grietas que se produjesen por dislocación del terreno se repararían muy difícilmente. En cuanto al hierro, suele emplearse para cerramientos ocasionales, esto es, preparados en previsión de una súbita afluencia de aguas.

Si á medida que avanza la galería, las filtraciones aumentan y todo indica que en un momento dado los operarios pueden correr un riesgo inminente, bien sea por la repentina aparición de depósitos de agua ó ruptura de venas líquidas que todo lo invadan, es indispensable tomar algunas precauciones y proceder con cautela á la continuación del avanzamiento. En la parte más conveniente de la galería se consolidan sus paredes con un revestimiento de mampostería, en el cual se empotra un marco de fundición con aberturas rectangulares, á manera de puertas, para dar paso á las vías de servicio. Para cerrar estas puertas cuando convenga, hay batientes sujetos con goznes al marco y provistos de tornillos que se fijan con tuercas á las orejas ó manguitos fundidos en una sola pieza con el bastidor. De este modo los obreros, en el momento de peligro, correrían á refugiarse detrás del cerramiento metálico, calafateando entonces las juntas ó rendijas entre el batiente de la puerta, su marco y los carriles de la vía. Todo este material se halla siempre á pie de obra y periódicamente debe ser revisado para comprobar su buen estado.

Ya hemos dicho que los cerramientos verticales generalmente usados son de madera. En cuanto á su forma, dependiente de la naturaleza del terreno, los hay rectos, en ángulo y curvos.

Citaremos dos modelos distintos de cerramientos planos ó