

de una línea de ferrocarriles depende de múltiples factores en los que el coste de la energía no es siempre lo principal.

Puede suceder, por ejemplo, que gracias á la electricidad se pueda adoptar en una línea de montañas pendientes mucho más fuertes que con el vapor, con lo que se obtiene una economía en la construcción, pero que se compensa con el coste de las fábricas hidroeléctricas y la dotación de la línea.

Además debe tenerse también en cuenta los progresos importantes é incesantes que se realizan y que se realizarán en la construcción de las locomotoras y en el rendimiento de las máquinas que producen la electricidad por el vapor; una turbina de vapor en la actualidad consume un 20 por 100 menos de carbón que las instaladas hace quince años y su coste por kilovatio instalado se ha rebajado de 180 pesetas á 60; por otra parte, la más intensa utilización de las máquinas permite realizar todavía mayores economías.

La hulla blanca y la tracción por las vías de navegación.

La creación simultánea de saltos y de vías navegables por medio de presas escalonadas en el curso de un río, es un estudio demasiado amplio para poder ser tratado en este artículo. Solamente puede decirse que el valor de la fuerza motriz producida en esta forma dependerá principalmente de precio de coste (en este mismo lugar) de la energía térmica y de las necesidades de energía en la región.

En lo que respecta á la creación de la vía navegable, es asunto que en cada caso particular debe ser examinado por separado. Es, por lo demás, un problema de interés general en el que entran como factores que deben tenerse en consideración la competencia de los ferrocarriles y el coste de los transportes por vía terrestre; es preciso tener en cuenta, no solamente las líneas existentes, sino también las que haya posibilidad de ser construídas con un capital equivalente al que habría que emplear para la creación de la vía de navegación.

En lo que respecta á las ventajas accesorias que podrían obtenerse con la construcción de obras para conseguir la navegación fluvial, dependen exclusivamente de consideraciones locales. No parece posible que una red de canales pueda hacer la competencia á una de ferrocarriles, y la prueba de ello se ve en los Estados Unidos, donde se han abandonado cerca de 2.500 millas de canales construídos durante la primera mitad del siglo XIX.

El ferrocarril presenta ventajas que el canal no puede realizar; este último es mucho menos flexible que el primero y no puede alcanzar tan fácilmente las aglomeraciones. Es interesante hacer constar que el Gobierno de los Estados Unidos no ha establecido hasta la fecha más que 1.400 millas de canales á un precio medio de 80.000 dólares por milla. Una línea de ferrocarril cuesta, por término medio, 35.000 dólares por milla con vía única y 60.000 con doble vía.

Para comparar los resultados de explotación (velocidad, consumo de energía) entre un ferrocarril y un canal con tracción eléctrica, se supondrá que las gabarras tienen una capacidad media de 100 toneladas (1).

Longitud del canal: 106,2 millas.

Número de esclusas: canal Lehigh, 48; canal Delaware, 22; total, 70.

Gabarras: longitud, 87 pies; anchura, 10 pies; calado, 5 pies.

Peso de las gabarras: vacías, 24 toneladas (2); cargadas, 113; total, 137 toneladas.

(1) Estos informes han sido dados por Putnam al autor de la conferencia, en Marzo de 1908; se refieren al canal de la Lehigh Coal and Navigation Co., de Coalport á Bristol (Py.)

(2) Toneladas de 2.000 libras.

Energía consumida por tonelada-milla (tren de cuatro gabarras): 23 vatios-hora.

Tráfico del canal: Cuarenta minutos de intervalo entre cada tren de barcos, ó sea 72 gabarras diarias (en doce horas) = 8.150 toneladas; velocidad máxima entre esclusas cargadas, 3 millas, vacías 4 millas por hora. Duración total del trayecto: cargadas, ochenta y cinco horas para 106 millas, ó sea 1,25 millas por hora como término medio; vacías, setenta y cinco horas para el regreso, ó sea 1,42 millas por hora por término medio.

El consumo de energía por tonelada-milla ha sido determinado por medio de ensayos.

En la línea de tracción eléctrica de New-York, New-Haven and Hartford Railroad el consumo de energía en los meses de Octubre y Noviembre de 1914 fué de 27,3 vatios-hora por tonelada-milla, con velocidad reducida (10,85 millas por hora) y de 28,5 vatios-hora con velocidad de 18,2 millas por hora. Las estaciones en esta línea son relativamente más numerosas que en el resto de los ferrocarriles americanos, siendo, por consiguiente, mayor el gasto de energía.

Puede, pues, calcularse que el consumo de energía eléctrica por tonelada-milla es, aproximadamente, igual para una gabarra con velocidad de 1,25 millas por hora, que para un tren con velocidad de 18 millas-hora.

Respecto al tráfico, el canal de Lehigh (con esclusas de cuatro barcos) asciende á 8.150 toneladas, mientras que con una línea de ferrocarril sería suficiente con cinco trenes de 1.600 toneladas de carga para obtener el mismo resultado. Con una línea de doble vía se llegaría á conseguir en cada dirección un tráfico cinco veces mayor que el del canal. Espaciando los trenes en quince minutos se llegaría también á duplicar el tráfico del canal.

Estas cifras demuestran que los canales solamente pueden en algunos casos hacer la competencia á los ferrocarriles y que con mayor razón la creación de vías navegables no justifica necesariamente la construcción de un salto por medio de presas.

H.

PELIGROS DE LAS CORRIENTES ALTERNAS INDUSTRIALES Y MANERA DE AMINORARLOS

(CONCLUSIÓN) (1)

Resumiendo el estudio anterior, vemos que la ley de variación de la tensión con el tiempo consta de la superposición á la curva periódica de régimen permanente de otras curvas ondulatorias amortiguadas, de periodicidades distintas y, generalmente, superiores á la periodicidad de la fundamental. Según las relaciones entre las constantes de dichos circuitos, se originan sobre tensiones cuyos valores no podemos establecer exactamente, aumentando, probablemente, los peligros de los choques por los factores tensión, intensidad y frecuencia.

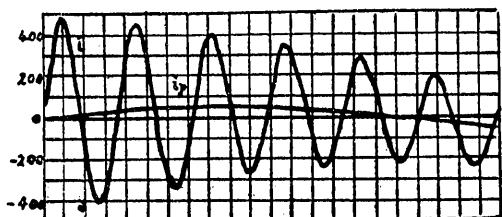
En general se han estudiado estos fenómenos para líneas de transmisión muy largas y de alto potencial, en los cuales, pues, la condensación produce efectos nada despreciables. Sin embargo, las constantes de circuitos á 225 voltios, parcialmente aislados de la tierra, son susceptibles de dar lugar á sobretensiones notables, como lo veremos en el caso citado por el profesor Drago.

Sería seguramente de alta importancia llegar á estudiar prác-

(1) Véase el número anterior..

ticamente los fenómenos que acabamos de esbozar teóricamente y de hacer experiencias directas que nos indicasen las variaciones de las tensiones al cambiar las características de las corrientes industriales de que disponemos aquí; pero eso exigiría el empleo de oscilógrafos ó de otros aparatos de igual índole, con los cuales, aun cuando los hubiera aquí, sería tal vez incómodo trabajar fuera del laboratorio.

Para aclarar mejor los conceptos anteriores, sacamos algunos ejemplos de la obra ya citada de C. P. Steinmetz.

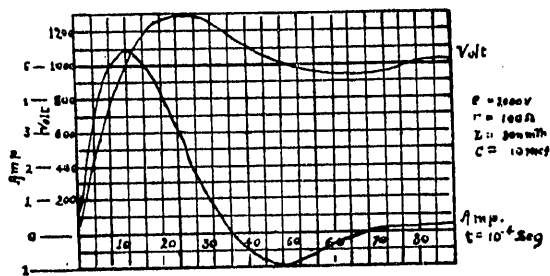
Fig. 1.^a

La figura 1.^a indica los fenómenos transitorios al momento de cerrar el circuito, cuyas constantes son:

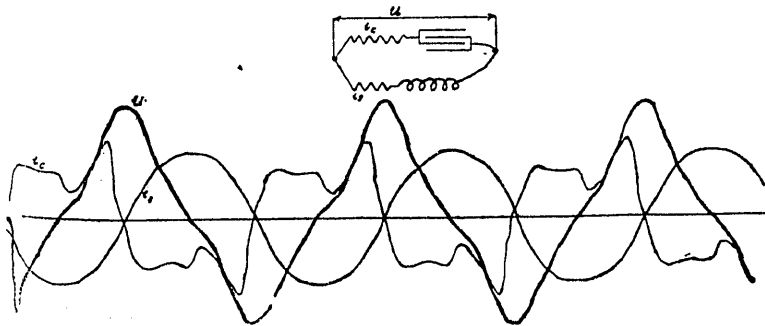
$$E = 35.000 \text{ voltios. } r = 5 \text{ ohmios. } x = 2\pi fL = 10 \text{ ohmios.}$$

$$x_c = \frac{1}{2\pi fC} = 1.000 \text{ ohmios.}$$

Represéntese por i_p el valor permanente de la intensidad y con i el fenómeno transitorio, cuyo período es: $f_0 = 10 f$. La diferencia de potencial llega en este caso casi al doble de su valor normal.

Fig. 2.^a

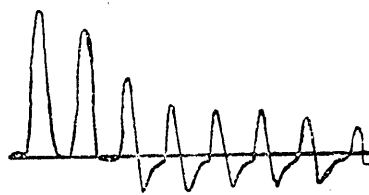
Enseña la figura 2.^a los fenómenos transitorios en un condensador colocado en una línea cuyas constantes se indican. En aquel ejemplo el fenómeno transitorio es aperiódico, muy breve, y sería, pues, sin peligro, tratándose de una duración de $4,10^{-3}$ segundos hasta su desaparición casi completa.

Fig. 3.^a

Muy distinta, la figura 3.^a hace ver la variación de la diferencia de potencial al arranque en una línea donde hay en paralelo, de una parte resistencia y capacidad (intensidad i_c) y de la otra parte resistencia é inducción (intensidad i_s). Las formas de las tres

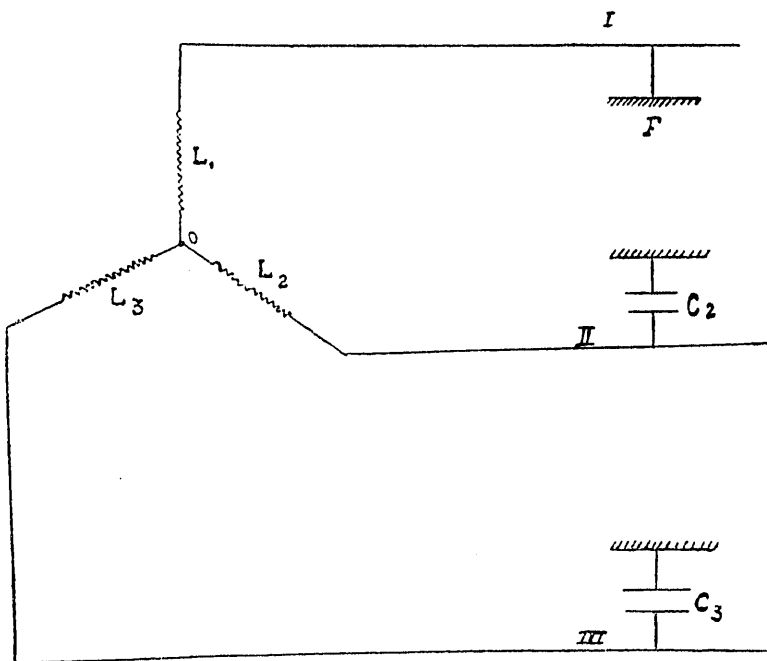
curvas hacen ver las enormes irregularidades producidas tanto en la tensión como en las intensidades.

La presencia del hierro en el campo magnético del circuito eléctrico conduce á términos transitorios de intensidad muy grande, comparados con los de reactancias sin hierro; no siguen una curva exponencial. A veces producen corrientes excesivas, especialmente, con frecuencias bajas. La figura 4.^a es el oscilograma de un transformador de 25 períodos, demuestra así la duración muy larga y la importancia del fenómeno transitorio.

Fig. 4.^a

En fin, examinemos uno de los casos interesantes de la práctica ó sea la resonancia debida á una tierra accidental. Sea un circuito sin el punto neutro conectado á tierra, y en la cual se produce en la fase I una tierra con resistencia de contacto débil (fig. 5.^a).

Sean C_2 y C_3 las capacidades de las fases II y III con respecto

Fig. 5.^a

á la tierra, despreciaremos la capacidad del alternador, y sea L la autoinducción del alternador (ó del transformador) con respecto al cual despreciaremos la autoinducción de los cables.

El defecto F ha creado dos circuitos $L_1FC_2L_2$ y $L_1FC_3L_3$ en cada uno de los cuales la autoinducción de dos fases del alternador está en serie con la capacidad de un cable con respecto á la tierra. Como esta capacidad es muy superior á la que existe entre dos conductores, hay posibilidad de resonancia; aun si no se produce resonancia perfecta, se originarán sobretensiones tanto más elevadas que el punto á tierra sea más cerca del alternador, es decir, cuanto menor la resistencia interpuesta.

Sucede también á veces, que en lugar de una tierra franca y permanente, aparecen tierras intermitentes, es decir, que se forman y rompen alternativamente. Habrá en este caso chispas ó arcos intermitentes que provocarán en el conductor oscilaciones de tensión y de corriente, y se han visto casos en que hubieron descargas convectivas ó rupturas del aislamiento (1).

(1) I. van Dam, *Les surtensions dans les distributions d'énergie électrique*, 1913.

La gravedad de las descargas en tales condiciones explica el interés que llevamos á la puesta á tierra franca y permanente del punto neutro de la red de distribución, y del cual nos ocuparemos al tratar de los medios de protección.

Nos proponemos estudiar más detenidamente el dispositivo adoptado en esta capital, y que consiste en poner á tierra una de las fases de la red de distribución: dejamos, por lo tanto, este punto muy importante para otra oportunidad.

Del uso de las corrientes alternas industriales de baja tensión.

Las varias naciones, al desarrollarse con tan formidable ímpetu todas las aplicaciones de la electricidad y con preferencia el transporte de la energía á grandes distancias, han tenido la obligación de reglamentar su uso y de clasificar sus modalidades.

Dichas reglamentaciones son muy variadas y su mayor ó menor severidad podría indicar la época en que han sido redactados. Una de las más recientes es la circular del Ministro de Obras públicas en Francia, en que se dice (1):

«Las distribuciones de energía eléctrica deben comportar disposiciones de seguridad en relación con la tensión máxima entre conductores y tierra. Según el valor de esta tensión, las distribuciones de energía eléctrica se dividen en dos categorías:

«1.^a categoría: A, corriente continua: distribuciones en las cuales la mayor tensión de régimen entre conductores y tierra no pasa de 600 voltios.

»B, corriente alterna: distribuciones en las cuales la mayor tensión eficaz entre conductores y tierra no pasa de 150 voltios.

«2.^a categoría: distribuidores con tensiones respectivamente superiores á las anteriores.»

En Norte América, se sabe que cada Estado de la Unión tiene sus leyes y que las reglamentaciones sobre el funcionamiento de las Empresas de servicio público varían con cada uno de ellos. Llama, pues, sobre manera la atención de que se haya adoptado en todos el empleo de corriente alterna de 110 ó 120 voltios. Débese tal vez esta sorprendente concordancia al papel importantísimo desarrollado en los Estados Unidos por las Compañías de seguros, cuyo órgano técnico, el *National Board of Fire Underwriters*, publica Reglamentos que hace fe en todas partes, y á los cuales se sujetan Estados, Compañías y particulares.

Accidentes en la red de distribución son allá, por las informaciones recibidas, contadísimas, y todas las precauciones publicadas sobre electrocución se refieren solamente á tensiones elevadas (500 á 600 voltios para tranvías) y tensiones peligrosísimas (transporte de energía hasta 120.000 voltios). Los accidentes, pues, ocurren casi sin excepción en el personal obrero de las Empresas, entre las cuales se van difundiendo las precauciones contra los choques y el tratamiento de los asfixiados.

Es en Alemania que se ha inaugurado el uso de la corriente de 220 voltios, tanto continua como alterna, en vista de la gran economía de cobre que tal forma de distribución representa para las Empresas. Sin embargo, el número de accidentes no es tan elevado relativamente como lo es aquí, debido á las precauciones muy severas dictadas por el *Verband deutscher Elektrotechniker*, cuyas reglas obedecen todos con el rigor acostumbrado, bajo la vigilancia, severa también, de los inspectores del trabajo.

A pesar de eso, debemos notar que una parte considerable de las instalaciones más recientes se hicieron en el Imperio alemán á 110 voltios.

En esta República debemos seguramente á la energía comercial de los introductores alemanes, y á la falta absoluta de reglamentación de parte del superior Gobierno, de las provincias y de las municipalidades, la implantación de la tensión de 220 voltios en todo el país.

Casi no se encuentra ningún material eléctrico para otras tensiones, de modo que las comodidades de la corriente alterna y el menor costo de los motores son poderosas razones para implantar la forma de corriente más barata.

Debemos ahora examinar con alguna detención los sistemas de distribución usados en esta República y los peligros que arrastran, ya en sí, ya por las condiciones climatéricas capaces de aumentarlos más todavía.

Las Centrales de producción de corrientes alternas por alternadores trifásicos, los dispositivos de transformadores elevadores de tensión en las Centrales, las redes primarias, y la instalación de las subestaciones de transformación, constituyen un conjunto al que solamente los obreros de las Empresas deben tener acceso. Basta, pues, que los Poderes públicos vigilen á sustraer cualquier parte de este conjunto del alcance de los profanos, y que las Empresas estén obligadas á disminuir en la mejor forma posible los peligros á que se halla expuesto su personal. Con todo, no desaparecerán por cierto las desgracias, pero, habiendo limitado este estudio á las corrientes alternas en la forma como se suministran á los consumidores, no insistiremos sobre la reglamentación que se impone para las redes primarias y las Centrales.

Las redes de distribución constituyen circuitos alimentados desde transformadores de los cuales salen las derivaciones domiciliarias. Fuera de las grandes ciudades, los circuitos secundarios son generalmente aéreos; en los centros de vida activa los cables son subterráneos. En la práctica todas las distribuciones se hacen en triángulo, y la tensión usada entre conductores suele ser de 225 voltios.

Tal forma de distribución sería tal vez admisible en uno de los casos siguientes: a) la red secundaria está completamente aislada de la tierra; b) se constituye un punto neutro el cual está en contacto permanente con la tierra.

En el caso a), no habiendo corriente entre los conductores y la tierra, una derivación á tierra produciría el efecto de una descarga electrostática, y sería probablemente sin peligro; sin embargo, constituiría una gran dificultad obtener que una red compleja de distribución sea tan perfectamente aislada como para evitar que se establezcan corrientes permanentes. Es, pues, más lógico adoptar el sistema b) con el cual la diferencia de potencial entre un conductor y la tierra se reduce á $\frac{225}{\sqrt{3}} = 130$ voltios.

tensión considerada por muchos autores como casi inofensiva, y siempre mucho menos peligrosa que la de 225 voltios.

Empero, aquí no se ha adoptado ninguno de estos dos sistemas, empleándose un procedimiento que por lo menos merece ser tratado de original. En efecto, para utilizar cables destinados á otra clase de corriente, la Empresa de luz ha conectado á tierra uno de los tres conductores de su red secundaria: resulta que independientemente de los fenómenos de resonancia, el valor de la tensión, eficaz entre un conductor y tierra, es de 225 voltios, ó bien cerca de cero.

¿Cuál puede ser el efecto de tal desequilibrio sobre el rendimiento de los alternadores? No es el caso de estudiar este punto, sino de hacer ver que á más de tener como base una tensión en sí peligrosa, el dispositivo empeora todavía las cosas, puesto que existe entre conductores la misma tensión que entre uno de ellos y la tierra.

Defectos en la colocación de esta red secundaria, y todavía

(1) *L'électricien*, 29 de Abril de 1911.

más en la parte de los ramales caseros antes de los contadores, y por consiguiente no registrados por dichos aparatos, han de ser algo frecuentes y contribuyen por su buena parte á las oscilaciones de tensión más ó menos fuertes, que percibimos más en las horas de carga mayor.

Sin embargo, las causas principales, á mi juicio, de sobretensiones peligrosas y de accidentes originadas por ellas, derivan de las instalaciones interiores.

El profesor Drago señala un caso de accidente mortal que estudió por encargo de la autoridad judicial. Se trataba de establecer la causa de muerte de un jovencito electrocutado al poner el dedo en el interior de un portalámpara. «De mis investigaciones — dice el profesor Drago — resulta que el desgraciado, parado con pies descalzos, sufrió la electrocución con una tensión de cerca de 290 voltios, como ya lo he referido. Medidas de resistencias hechas por mí sobre muchos individuos me indicaron cifras no menores de 4.000 ohmios que la corriente debía atravesar al pasar de la tierra al cuerpo humano y de allí á la lámpara. La impedancia de la línea entre las dos fases medida con el voltímetro y amperímetro y tensión del sistema trifásico era de 60 ohmios, mientras por la resistencia de la tierra en el sitio del siniestro he obtenido 45 ohmios como valor medio... Pero para encontrar la causa de la sobredicha diferencia de potencial anormal capaz de producir la electrocución entre fase y tierra, fué necesario instituir una serie de largas y penosas investigaciones para localizar el punto donde un hilo de línea hubiera sido puesto á tierra y por qué motivo. Los resultados demostraron que, en un viejo aparato de gas transformado para luz eléctrica en una casa remota, el pie de una lamparita rota estaba cubierto con un pedazo de hoja de lata. De este modo, uno de los hilos de fase se había puesto en comunicación con la canalización del gas, y había vuelto peligrosísimo un radio bastante extenso de la ciudad, produciéndose, afortunadamente, un solo accidente á cerca de un kilómetro de distancia.»

El caso es de rara precisión, y los resultados de las investigaciones del perito bien concluyentes para explicar la sobretensión y luego el aumento del peligro que originó la desgracia. Comprueba este ejemplo la exactitud de nuestra opinión sobre la importancia de capacidades en paralelo para modificar los constantes del circuito.

Sin embargo, las condiciones de las instalaciones en Catania han de ser diferentes de las de esta capital, las que solamente me propongo estudiar; y es de suponer que la red secundaria en aquella ciudad no ha sido puesta permanentemente á tierra.

Insistiremos, ante todo, sobre los gravísimos defectos de las instalaciones privadas que no están en su mayoría hechas para precaver los habitantes contra los peligros de la corriente alterna de 225 voltios.

Entre las causas más frecuentes de accidentes, debemos citar, en primer término: portalámparas, cordones flexibles, llaves y tomacorrientes embutidas con tapas metálicas.

Los *portalámparas* deberían, en efecto, ser provistos todos de un anillo aislador (de ebonita ó de porcelana), ser bastante profundos para que toda la base metálica de la lámpara esté hundida y fuera del alcance de la mano de una persona descuidada. En fin, los *portalámparas* deberían llevar también un aislante que evite un contacto entre su forro exterior y uno de los hilos de alimentación.

Los *cordones flexibles* usados en plaza apenas son adecuados para corriente continua de 110 voltios. Su aislamiento es, generalmente, tan deficiente que es de extrañarse que no produzcan mayores daños. Felizmente cuando los dos conductores se desnudan á corta distancia, se produce un cortocircuito, y las más de las

veces salta el fusible. Si un solo conductor se halla pelado, y que la persona que le toca esté aislado de la tierra, no sentirá nada.

Llaves y tomacorrientes embutidas han llegado á ser consideradas en esta capital como una necesidad estética. En casas particulares como en oficinas no se instala otro material, exigido casi siempre por los mismos arquitectos. No creemos necesario insistir sobre la escasa estética de estas famosas tapas rectangulares niqueladas, que casi nunca se colocan verticales y afean sin razón los interiores más elegantes.

Una buena parte de las sacudidas más ó menos graves proviene también de la forma como se colocan las *cañerías embutidas*. Tales cañerías, que deberían ser reservadas para sitios de lujo y bien secos, podrían, en condiciones así reducidas, construirse de acero, cuidadosamente esmaltadas exterior é interiormente, bastante amplias para que los conductores pasen libremente, enroscadas entre sí y con las cajas de pase ó de derivación, también del mismo material, de tal modo que el conjunto forme una masa puesta á tierra de modo permanente y sólido.

De lo aconsejado nada se hace aquí, salvo excepciones contadísimas, y de allí resultan un sinnúmero de incomodidades, cuando no se trata de graves peligros.

Dichos peligros tienen, sobre otras ciudades, una importancia mayor en esta capital á causa de su clima. El estado higrométrico de la atmósfera, que casi saturada de día, lleva consigo la condensación de agua sobre las paredes frías durante la noche, es demasiado conocido y notorio para que sea necesario insistir sobre tal punto.

Son las paredes húmedas relativamente buenos conductores de la electricidad y producen así derivaciones á tierra; sus resultados mortíferos se demuestran ampliamente con la lista anterior. Empero, no basta con esto; pueden formar también verdaderos condensadores de capacidad generalmente elevada en serie con la resistencia del cuerpo y que deben explicar muchas veces la violencia de estos choques inesperados y traidores, gracias al aumento transitorio de tensión en la red, y por tanto de intensidad en el circuito derivado así formado casualmente.

Una lista completa de los defectos en las instalaciones privadas, capaces de aumentar los peligros ya de por sí serios, debidos á la clase de corriente suministrada á una enorme extensión de los barrios de esta capital y prácticamente á todos sus suburbios, sería tarea fastidiosa é inútil. Cada cual tiene á la vista prueba de los conceptos poco científicos con que trabajan la mayor parte de los instaladores, basándose las más de las veces en criterios puramente comerciales.

Precuciones contra los peligros.

Existe en este país la corriente trifásica de 225 voltios y no hay utilidad en averiguar las razones que indujeron á la municipalidad de la capital, luego á otras muchas más, en aceptar tal forma de corriente.

Creemos haber demostrado que hay *peligro grande*, que las víctimas son muchas, y hemos tratado de examinar los varios factores que influyen sobre la nocividad de esta forma de distribución.

Ahora, nos queda para resolver este problema de gran importancia: ¿Es posible suprimir estos peligros, ó al menos reducirlos á meras casualidades, de tal modo que parezca necesitarse una imprudencia de una persona para dañarse?

Distinguiremos dos formas de remedios: públicos y privados. Los primeros, que llamamos públicos, no dependen sino de las Empresas y de las municipalidades; los llamados privados, cada cual en sus talleres ó en su casa los puede adoptar.

Remedios públicos.

Parece natural examinar en qué forma podríamos gozar aquí del grado de seguridad alcanzado fuera; en otras palabras: ¿Puede modificarse útilmente la clase ó la tensión de la corriente distribuida á los consumidores? Podrían emplearse dos sistemas: a) sustitución de los transformadores estáticos por convertidores; b) reducción de la tensión eficaz de la red secundaria.

a) No cabe duda que la producción de corriente continua haría desaparecer los peligros señalados, sin que se produjera otra inconveniencia, salvo gastos considerables, tanto de parte de la Empresa (costo de los convertidores, de los contadores, modificación en las canalizaciones), como de los abonados (cambio de motores, lámparas de arco.....)

Parece, pues, que este sistema ha de limitarse á extensiones ó concesiones nuevas donde las municipalidades tengan el derecho de exigir para dar la concesión una determinada forma de corriente.

b) Del conjunto de este estudio resulta que con una tensión eficaz de 110 voltios los peligros de electrocución son muy reducidos. Si se agregara que el punto neutro de la estrella fuese puesto permanentemente á tierra, de tal suerte que la tensión entre un conductor y tierra no sea en ningún caso superior á $\frac{110}{\sqrt{3}} = 65$ voltios, podría considerarse tal instalación como bastante segura. Quedarían solamente á cargo de los abonados las reglas de precaución siempre necesarias para evitar la producción de sobretensiones.

No podemos desconocer que una transformación semejante traería aparejado un gasto considerable y sensibles dificultades para el mismo público. Habría, en efecto, necesidad de duplicar la sección de los cables en toda la red secundaria, á la vez que cambiar una parte de los actuales para que, en lugar de una fase, sea el punto neutro conectado á tierra.

Aun cuando algo menos costoso que el anterior, tampoco nos parece lógico este sistema en las redes ya existentes. Pero en barrios ó ciudades todavía sin luz, que dependerían de una nueva subestación estática, consideramos este dispositivo como el más indicado, ya que las más de las veces los gastos elevados de compra y mantenimiento de una Central con convertidores serían prohibitivos para explotarla sin pérdida.

Remedios privados.

Quedan, pues, á nuestra disposición los remedios privados, ó sean las modificaciones individuales en el uso de la electricidad en casa. No nos preocupamos de saber en este asunto en qué forma podrían intervenir las Empresas de luz ni las municipalidades, miramos solamente lo que ha de hacerse para poner instalaciones privadas en las mejores condiciones de seguridad contra la electrocución.

El primer deber de cada persona que usa corriente alterna es saber en qué condiciones se halla la instalación. Hemos indicado anteriormente las deficiencias capitales que provienen de caños embutidos de mala clase ó de sección insuficiente, de cables mal aislados, de llaves y tomacorrientes embutidos con tapas metálicas, de cordones flexibles, de portalámparas de mala construcción. Agregaremos también uniones y derivaciones hechas sin precaución alguna, y más de todo agregados ó remiendos titulados provisionales.

¿Cuántas veces ha sucedido una desgracia por una de aquellas instalaciones, destinadas según sus autores á durar solamente unos días?

No existe entre nosotros reglamento oficial análogo al de las Compañías de seguros norteamericanas (*Fire Underwriters*) porque los dictados por las Empresas de luz ó ciertas Compañías de seguros carecen del grado de valor técnico, como de sanción oficial. Aun incompletas, dichas reglas indicadas no se cumplen, sino en casos contadísimos, y pocos son los propietarios que consienten adoptar las severas medidas necesitadas en todas partes por la corriente alterna de 225 voltios, pero más todavía en ciudades como ésta donde las condiciones climatológicas aumentan el peligro en forma asombrosa.

Sin embargo, estimamos que todas las precauciones para que la instalación esté en excelentes condiciones no bastan para evitar peligros, é insistiremos en el uso de *transformadores reductores de tensión*.

La reducción de la tensión en instalaciones privadas no puede llevar consigo ningún inconveniente: las líneas son demasiado cortas para que la pérdida óhmica en los circuitos produzca una baja de tensión apreciable al punto extremo, ó un calentamiento exagerado en las líneas de alimentación.

Produce, al contrario, ventajas muy serias: las lámparas de filamento metálico para una misma intensidad luminosa tienen el filamento tanto más grueso y más sólido cuanto más baja la tensión. Por la misma razón, se fabrican lámparas de 10 vatios 110 voltios, mientras la de 16 vatios es la de menor consumo para 225 voltios. La vida de la lámpara es también superior con tensión menor.

Queda, pues, la influencia del gasto propio del transformador. Siendo bien calculado este aparato, su consumo es casi despreciable. En ciertos casos convendrán transformadores trifásicos, en otros monofásicos; unas veces será más práctico usar un solo transformador; en otras ocasiones, tipos pequeños uno en cada ramal. El único punto importante es constituir el secundario en estrella con el punto neutro tierra, tratándose de corriente trifásica, y en monofásica conectar á tierra uno de los hilos por medio de una resistencia calculada de tal manera que la intensidad sea mayor que el máximo de la carga admisible.

¿Qué tensión debe elegirse? Creemos que no hay razón hoy día para rebajar la tensión á menos de 110 voltios, tensión para la cual se encuentran toda clase de lámparas, y de aparatos de calefacción, de ventiladores, de motores, etc.

Tratamiento de los electrocutados.

La descarga de corriente alterna obra, según parece, sobre los sistemas circulatorio y respiratorio. En el primer caso, la paralización del corazón es tan repentina que no hay auxilio que pueda llegar bastante pronto y salvar al electrocutado.

Si, al contrario, los accidentes son respiratorios, es decir, que haya asfixia, deben emplearse los métodos conocidos de Sylvester (respiración artificial), y de Laborde (tracción rítmica de la lengua). Desgraciadamente, los varios sistemas inventados para reanimar á personas asfixiadas (ahogados por ejemplo), raras veces han producido efecto útil. Sin embargo, no deben despreciarse, y no cabe duda que, llegado el caso, sea necesario tratar por todos los medios á nuestro alcance el despertar los movimientos del pulmón.

El Dr. J. P. Langlois, Profesor de la Facultad de Medicina de París y miembro consultor de la Inspección del trabajo, aconseja también el uso de la adrenalina para estimular el corazón, pero reconoce que los resultados sobre perros han sido contradictorios.

La Ciencia se demuestra, pues, todavía muy impotente contra los últimos resultados de estos choques eléctricos.

Debemos desde luego, y ante todo, evitar las causas de estos choques y, por otra parte, llamar la atención sobre estos peligros: En caso de suceder un contacto eléctrico, lo más indispensable es cortar en seguida la corriente, y si no se puede, apartar al desgraciado del contacto fatal. Para eso es preciso que el salvador se aisle cuidadosamente de la tierra, para lo cual basta una tabla de madera seca.

Las contracciones nerviosas de las manos hacen siempre difícil tal salvamento, y si hay que cortar un cable debe hacerse con precaución.

Los consejos que se encuentran para el salvamento de los electrocutados en todas las publicaciones extranjeras se refieren casi exclusivamente á los accidentes producidos por la alta tensión. Se dirigen, desde luego, á los agentes de las Compañías de distribución eléctrica, cuyo personal obrero debe conocer los peligros y las maneras de salvar á sus compañeros, problema mucho más arduo cuando se trata de altísimas tensiones.

Conclusiones.

Creemos haber demostrado la notable gravedad que reviste en este país y, particularmente, en la capital federal la electrocución por corrientes alternas industriales de 225 voltios.

¿Cuántos son los casos que no han sido registrados por los diarios y los que se nos escaparon? Y aquéllos son solamente los casos mortales, sin tener en cuenta las muchas dolencias de mayor ó menor duración producidas por las mismas corrientes.

Queda también demostrado por los hechos que suelen tener lugar las descargas entre una fase y tierra. La preponderancia del factor tensión, al originar lesiones mortíferas, nos ha inducido á examinar más de cerca las sobretensiones transitorias en redes de corriente alterna, y darnos cuenta de la influencia de las capacidades en la obtención de curvas de tensión eficaz y de frecuencia mayor que las normales. Desaparecido por la descarga el fenómeno de condensación las más de las veces, aun una investigación inmediata no daría resultado seguro. Por esta razón reviste especial interés el caso tan curioso observado por el profesor Drago en Catania.

No basta, sin embargo, hacer ver las deficiencias, y es preciso á la vez estudiar todas las causas capaces de aminorar los peligros. Una lucha muy severa y un control repetido contra las malas instalaciones, á base de ordenanzas rigurosas vigiladas por un personal técnico competente, disminuirían, sin duda, la probabilidad de estos accidentes fatales; pero son éstos solamente paliativos, porque no se evitarán nunca las instalaciones llamadas provisionales. El único sistema verdaderamente seguro es, pues, el transformador reductor de tensión unido permanentemente á tierra.

Hemos debido hacer resaltar los pobres resultados obtenidos hasta la fecha para tratar de salvar á los electrocutados, y esto nos induce una vez más en insistir sobre peligros tan graves y pregonar para que se tome, en fin, en debida consideración un tema de tan alta importancia.

Hemos oído la siguiente reflexión sobre este particular: «Cada progreso industrial lleva consigo los correspondientes peligros; no se prohíbe el uso de automóviles en las ciudades porque algunos *chauffeurs* ocasionan á veces la muerte de un pasajero ó de un transeunte. Y los accidentes debidos á exceso de velocidad ó á maniobras incorrectas son mucho más numerosos que los originados por la corriente alterna.»

No es este sitio de discutir los sistemas que podrían emplearse para reducir las desgracias automovilísticas; nos contem-

taremos con hacer observar lo siguiente: si bien es cierto que la distribución de la energía eléctrica por corrientes trifásicas ha sido un indiscutible adelanto en la técnica, no sucede lo mismo con la adopción de la tensión de 225 voltios, provechosa hasta la fecha única y exclusivamente para los intereses de las compañías distribuidoras.

Elas han tenido la ventaja pecuniaria; hoy día, y esto será nuestra última conclusión, cuando queda demostrado el error cometido de buena fe, por parte de las Empresas como de las municipalidades, hoy día deben empeñarse en aminorar los peligros creados por su defectuoso sistema de distribución.

H. M. LEVYLIER.

(De los *Anales de la Sociedad Científica Argentina*.)

LA ENERGÍA HIDROELÉCTRICA DE ESPAÑA Y SUS APLICACIONES

(CONCLUSIÓN) (1)

La práctica actual enseña que sobre la base de primeras materias de peor calidad se obtienen productos más puros en los hornos eléctricos que en los más perfectos de los de otros sistemas de aino, y todo permite esperar que con el horno eléctrico puedan obtenerse hierros y aceros de primera calidad, partiendo de fundiciones del horno alto, obtenidas de minerales que por su composición no son hasta hoy utilizables.

En síntesis: utilizando una primera materia de mucha peor calidad, puede llegarse á un producto mucho mejor.

La importancia de esto es grandísima, sobre todo para España, donde, á falta de carbón, es posible obtener energía eléctrica barata y donde, si existen minerales de hierro de buena calidad, los de peor composición abundan en proporciones muchísimo mayores, siendo de grandísima importancia el lograr su utilización.

Quizás no sea ninguna fantasía el esperar que pueda llegar un día en que, por virtud del cambio de sistema, España produzca hierros y aceros de calidad y precio tan ventajosos como en el extranjero, pudiendo concurrir, económicamente, en el mercado mundial.

Queda, con lo indicado, puesta de manifiesto la gran importancia que puede llegar á tener el consumo de energía eléctrica para la siderurgia, si el precio (comprobado anteriormente) puede ser menos de 100 pesetas el kilovatio-año, ó sea 1 $\frac{1}{4}$ céntimos el kilovatio-hora, con lo cual el tratamiento de una tonelada de fundición caliente, que exige un consumo de energía eléctrica de 500 kilovatios-hora, costaría, por concepto de consumo de corriente, no más que 6 pesetas y 25 céntimos.

Los demás gastos son inferiores á los correspondientes á cualquiera de los sistemas actuales, y entre ellos el Martín-Siemens, que es el que más se usa.

De importancia tan grande y tan trascendental como en la siderurgia, es la de la utilización de la energía eléctrica para la fabricación de abonos minerales, pasando por la fabricación del carburo de calcio, cuya aplicación inmediata en la producción de acetileno es de vulgar conocimiento, y cuya importancia es ya en España de 25.000 toneladas anuales de producción de carburo.

(1) Véase el número anterior.