REVISTA
TÉCNOLÓGICO-INDUSTRIAL
PUBLICADA POR LA
ASOCIACIÓN DE INGENIEROS INDUSTRIALES
Barcelona, Agosto, 1911

FÓRMULAS PARA EL EMPLAZAMIENTO DE LAS VÍAS

DESVÍOS Y ENLACES

Desvío en el mismo sentido de la curvatura de la vía

Sea una vía en alineación circular MM. (fig. 1) y se trata de derivar un desvío en el mismo sentido de la alineación. (Las líneas indi-

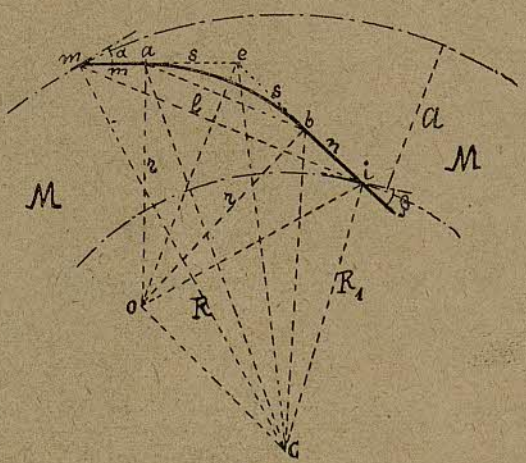

Fig. 1

catrices de los carriles en estos cálculos, hacen siempre referencia á las aristas interiores de los carriles de la vía. La vía viene dada por la galga A y por el radio R de la alineación.)

La línea del desvío se compone en general de un elemento recto formado por la aguja y otro elemento recto del crucero, enlazados ambos por una curva circular.

En términos generales convendremos siempre en mantener fija la curvatura de la vía principal por ser la traza original del camino, prescindiendo por lo tanto en los cálculos de la pequeña variación que afecta su curvatura, al intercalar á la vía los elementos rectos, agujas y crucero.

Con estas consideraciones vamos á determinar el radio de la curva *ab*, cuyas tangentes en *a* y en *b* forman, con el elemento tangencial de la vía M, un ángulo α con el carril exterior y β con el carril interior.

Los datos que disponemos son:

$$R\ ,\ A\ ,\ \alpha\ ,\ \beta\ ,\ m\ ,\ y\ n$$

m y *n* representan las longitudes de los elementos rectos de la aguja *ma* y del crucero *bi*.

$$\text{Incógnita. . . . . } oa = ob = r$$

De los triángulos *cma* y *cbi* se deduce:

$$\overline{ca}^2 = R^2 + m^2 - 2R\,m\,.\,\text{sen. }\alpha \quad „ \quad \overline{cb}^2 = R_1{}^2 + n^2 + 2R_1\,n\,.\,\text{sen. }\beta$$

$$\text{cos. } oac = \frac{R}{ca}\,\text{cos. }\alpha \quad „ \quad \text{cos. } cbo = \frac{R_1}{cb}\,\text{cos. }\beta\,.$$

Los triángulos *oac* y *obc* dan:

$$\overline{oc}^2 = r^2 + \overline{ca}^2 - 2r\,.\,ca\,.\,\text{cos. } oac = r^2 + \overline{cb}^2 - 2r\,.\,cb\,.\,\text{cos. } cbo.$$

Sustituyendo los valores de las fórmulas anteriores en esta ecuación y teniendo en cuenta que $R_1 = R - A$, después de verificar operaciones y reducir, despejando *r* resulta:

$$(I)\quad r = \frac{m^2 - n^2 - A^2 + 2An\,.\,\text{sen. }\beta + 2(A - m.\text{sen }\alpha - n.\text{sen. }\beta)R}{2\,(\text{cos. }\alpha - \text{cos. }\beta)\,R + 2A\,\text{cos. }\beta}$$

expresión que nos determina el valor del radio *r* en función de los datos asignados.

Para fijar de un modo más absoluto la situación del crucero respecto á la aguja, vamos á determinar con los nuevos datos propuestos

la distancia de la punta de la aguja á la punta matemática del crucero: Sea ésta $l = mi$.

De los triángulos *cme* y *cie* resula:

$$\overline{ce}^2 = R^2 + m^2 + \overline{ae}^2 + 2m \,.\, ae - 2R\,(m + ae)\,\text{sen.}\,\alpha$$

$$\overline{ce}^2 = R_1{}^2 + n^2 + \overline{ae}^2 + 2n \,.\, ae + 2R_1\,(n + ae)\,\text{sen.}\,\beta$$

igualando estas dos ecuaciones, reduciendo y despejando *ae*, obtendremos el valor de la tangente del ángulo mitad que comprende la curva de enlace *ab*.

$$\text{(II)}\quad ae = eb = s = \frac{m^2 - n^2 - A^2 + 2An\,.\,\text{sen.}\,\beta + 2\,(A - m\,.\,\text{sen.}\,\alpha - n.\,\text{sen.}\,\beta)\,R}{2(\text{sen.}\,\alpha + \text{sen.}\,\beta)\,R - 2\,(A\,\text{sen.}\,\beta - n + m)}$$

Los triángulos *aob* y *aeb* dan:

$$\overline{ab}^2 = 2s^2 - 2s^2\,\text{cos.}\,aeb = 2r^2 - 2r^2\,\text{cos.}\,aob\,,$$

y teniendo en cuenta que

$$\text{cos.}\,aeb = -\,\text{cos.}\,aob\,,$$

$$\text{cos.}\,aeb = \frac{s^2 - r^2}{r^2 + s^2} \quad ,, \quad \overline{ab}^2 = \frac{4r^2 s^2}{r^2 + s^2}$$

Del triángulo *mei* se obtiene:

$$\overline{mi}^2 = 2s\,(s + m + n) + m^2 + n^2 - 2\,(m + s)\,(n + s)\,\text{cos.}\,mei\,;$$

sustituyendo el ángulo por el valor hallado:

$$\overline{mi}^2 = l^2 = 2s\,(s + m + n) + m^2 + n^2 + 2(m + s)\,(n + s)\,\frac{r^2 - s^2}{r^2 + s^2}$$

y queda en definitiva:

$$l = \sqrt{2s\,(s + m + n) + m^2 + n^2 + 2(m + s)\,(n + s)\,\frac{r^2 - s^2}{r^2 + s^2}} \qquad \text{(III)}$$

Estas fórmulas, si bien, al parecer, resultan algo largas de aplicar, no lo son tanto en la realidad, pues teniendo establecido cada Compañía de ferrocarriles sus tipos de materiales de vía, las fórmulas anteriores quedan bastante reducidas.

Por lo general en una Compañía y para una clase de vía son constantes los valores A, m y α, adoptándose comunmente 4 ó 5 aberturas diferentes de cruceros correspondiendo á otros tantos valores distintos de β, n y p

Así, para una determinada abertura β de crucero, las fórmulas (I) y (II) quedan reducidas á:

$$r = \frac{A + BR}{CR + D} \qquad s = \frac{A + BR}{C'R - D}$$

que como vemos resultan de sencilla aplicación, pues no hay más que sustituir en lugar de R el valor del radio de la alineación que se considera.

Casos particulares.

1.º Si en el cálculo que precede hacemos $\alpha = o$ y $m = o$ (fig. 2) resulta el problema de determinar los elementos para el trazado de la curva de enlace del crucero con una vía paralela.

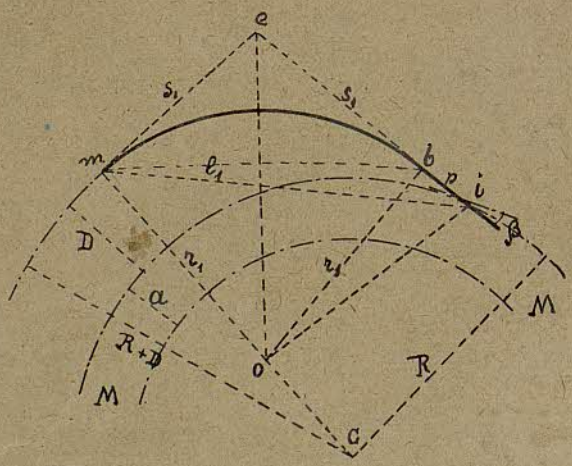

Fig. 2

Sustituyendo los datos de las expresiones (I), (II) y (III) por otros más propios del caso que se trata, haciendo depender la vía del radio R de la fila exterior de carriles de la vía principal MM, y obser-

vando que A en este caso representa la entrevía que llamaremos D, y llamando p la otra extremidad recta del crucero, tendremos para sustituir en las expresiones anteriores:

$$\text{R por } R + D \quad , \quad \text{A por } D \quad \text{y} \quad n \text{ por } p .$$

Resultando en último término:

$$r_1 = \frac{2(D - p \,.\, \text{sen. } \beta)\, R + D^2 - p^2}{2(1 - \text{cos. } \beta)\, R + 2D} \qquad \text{(IV)}$$

$$s_1 = \frac{2(D - p \,.\, \text{sen. } \beta)\, R + D^2 - p^2}{2 \text{ sen. } \beta \,.\, R + 2p} \qquad \text{(V)}$$

$$l_1 = \sqrt{p^2 + 4 s_1 (s_1 + p) \frac{r_1^2}{r_1^2 + s_1^2}} \qquad \text{(VI)}$$

Hay que observar que esta curva de enlace, con estos valores, no se puede aplicar al desvío estudiado, ó sea al desvío derivado en el mismo sentido de la curvatura de la vía principal; pertenece al que estudiaremos seguidamente, derivado en sentido opuesto á la curvatura.

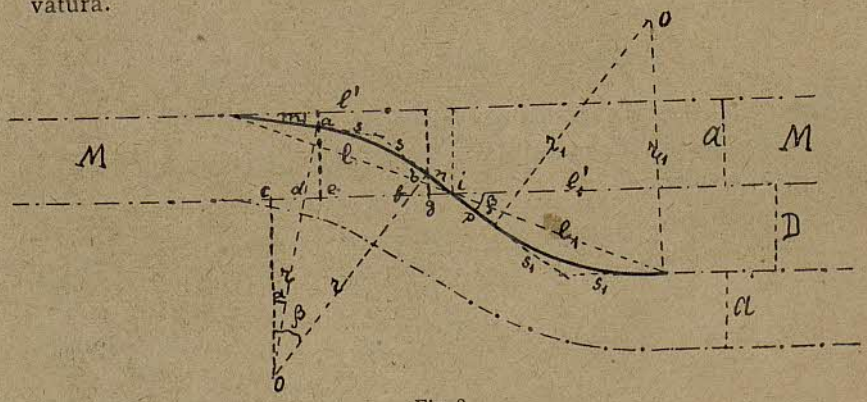

Fig. 3

2.º Haciendo en las fórmulas halladas, $R = \infty$, resulta el caso de desvío en alineación recta (fig. 3), y tendremos para (I), (II) y (III).

$$r = \frac{A - m \,.\, \text{sen. } \alpha - n \,.\, \text{sen. } \beta}{\text{cos. } \alpha - \text{cos. } \beta} \qquad \text{(VII)}$$

$$s = \frac{A - m \,.\, \text{sen. } \alpha - n \,.\, \text{sen. } \beta}{\text{sen. } \alpha + \text{sen. } \beta} \qquad \text{(VIII)}$$

$$l = \sqrt{2\,s\,(s+m+n) + m^2 + n^2 + 2\,(m+s)\,(n+s)\,\frac{r^2 - s^2}{r^2 + s^2}} \qquad \text{(IX)}$$

el valor de l proyectado sobre la vía principal es:

$$l' = \sqrt{2\,s\,(s+m+n) + m^2 + n^2 + 2\,(m+s)\,(n+s)\,\frac{r^2 - s^2}{r^2 + s^2}} - A^2 \qquad \text{(X)}$$

Podemos también obtener el valor de l' directamente, resultando una fórmula de más fácil aplicación.

Así, de la figura se desprende:

$$l' = m \,.\, \text{cos. } \alpha + eg + n \,.\, \text{cos. } \beta$$

$$eg = cg - ce = cf + fg - (cd + de)$$

deduciendo de los triángulos $cod \,.\, dae \,.\, ocf \,.\, gbf$ y del valor $oa = ob = r$,

$$eg = r\,(\text{sen. } \beta - \text{sen. } \alpha)$$

Resultando para l'

$$l' = m \,.\, \text{cos. } \alpha + r\,(\text{sen. } \beta - \text{sen. } \alpha) + n \,.\, \text{cos. } \beta \qquad (X^1)$$

fórmula mucho más sencilla que la anterior.

Tomando las fórmulas (IV), (V) y (VI), y haciendo lo propio $R = \infty$, resulta:

$$r_1 = \frac{D - p \,.\, \text{sen. } \beta}{1 - \text{cos. } \beta} \qquad \text{(XI)}$$

$$s_1 = \frac{D - p \,.\, \text{sen } \beta}{\text{sen. } \beta} \qquad \text{(XII)}$$

$$l_1 = \sqrt{p^2 + 4 s_1\,(s_1 + p)\,\frac{r_1^2}{r_1^2 + s_1^2}} \qquad \text{(XIII)}$$

que proyectada sobre la vía principal, es:

$$l'_1 = \sqrt{p^2 + 4 s_1\,(s_1 + p)\,\frac{r_1^2}{r_1^2 + s_1^2}} - D^2 \qquad \text{(XIV)}$$

Haciendo $m = o$, $\alpha = o$ y $n = p$ y sustituyendo r por r_1 en la ecuación (X'), obtendremos así mismo una expresión mucho más reducida que la (XIV); y resulta:

$$l'_1 = r_1 \cdot \text{sen.}\ \beta + p \cdot \cos.\ \beta \qquad \text{(XIV')}$$

3.º Si $\alpha = o$, $\beta = o$ y $m = o$ resulta un problema bastante común en la práctica, que es el enlace de dos vías curvas paralelas (fig. 4).

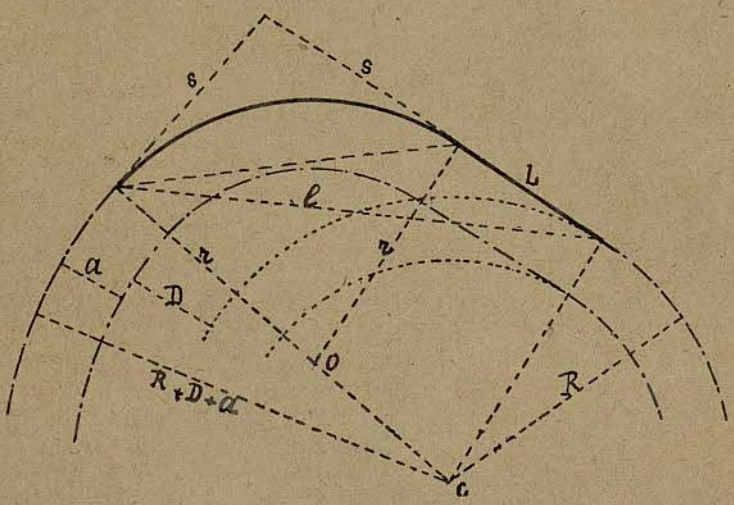

Fig 4

Este enlace tiene lugar mediante un trozo recto, tangente á la vía de menor radio, y una curva de unión con la de mayor.

Sustituyendo por valores apropiados, ó sea haciendo

$$R = R + D + A\,,\ n = L$$

se tiene:

$$r = \frac{D + A}{2} - \frac{L^2}{2(D + A)} + R \qquad \text{(XV)}$$

$$s = \frac{(D + A)^2}{2L} - \frac{L}{2} + \frac{D + A}{L} \times R \qquad \text{(XVI)}$$

$$l = \sqrt{L^2 + 4s(s + L)\frac{r^2}{r^2 + s}} \qquad \text{(XVII)}$$

Como se puede ver, estas fórmulas son inaplicables para el valor $R = \infty$, pues da $r = \infty$, correspondiendo la intersección al ∞.

Desvío en sentido opuesto de la curva.

(Fig. 5). Siguiendo una marcha de cálculo idéntica al caso anterior de desvío en el mismo sentido de la curva y tomando asimismo como datos:

$$R, A, \alpha, \beta, m \text{ y } n$$

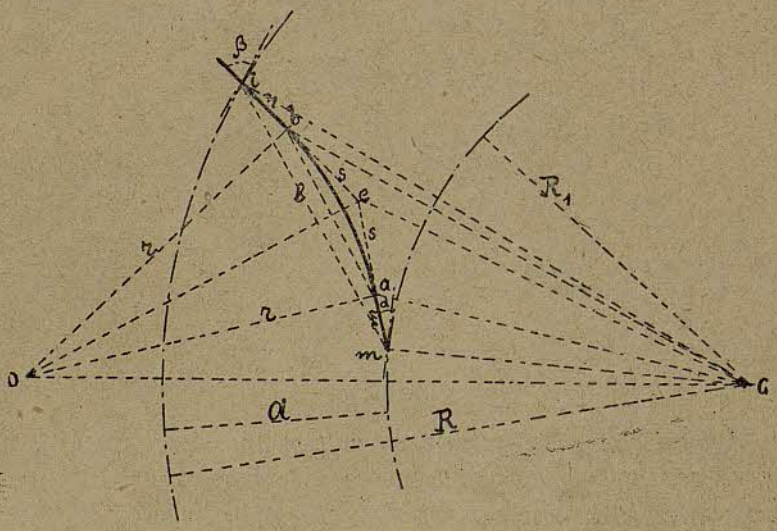

Fig. 5

llegaríamos á los resultados siguientes:

$$r = \frac{n^2 - m^2 - A^2 + 2A\,m\,.\,\text{sen.}\,\alpha + 2(A - m\,.\,\text{sen.},\alpha - n\,.\,\text{sen.}\,\beta)\,R}{2(\cos.\,\alpha - \cos.\,\beta)\,R - 2A\cos.\,\alpha} \qquad \text{(XVIII)}$$

$$s = \frac{n^2 - m^2 - A^2 + 2A\,m\,.\,\text{sen.}\,\alpha + 2(A - m\,.\,\text{sen.}\,\alpha - n\,.\,\text{sen.}\,\beta)\,R}{2(\text{sen.}\,\alpha + \text{sen.}\,\beta)\,R - 2(A\,\text{sen.}\,\alpha - m + n)} \qquad \text{(XIX)}$$

$$l = \sqrt{2s(s + m + n) + m^2 + n^2 + 2(m + s)(n + s)\frac{r^2 - s^2}{r^2 + s^2}} \qquad \text{(XX)}$$

Casos particulares.

1.° Si hacemos $\alpha = o$ y $m = o$ en estas expresiones, y análogamente al caso 1.°, sustituímos (fig. 6) R por R — A, A por D y n por p, tendremos:

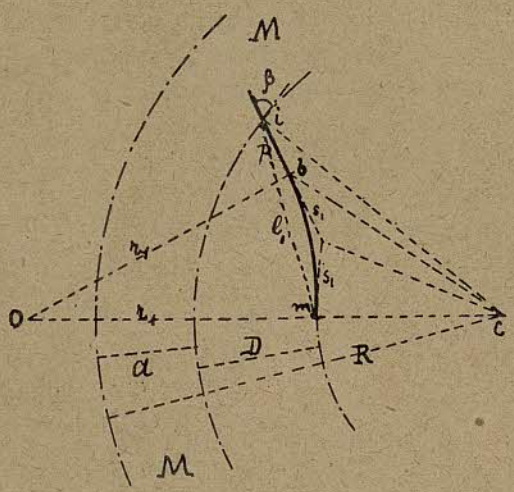

Fig. 6

$$r_1 = \frac{2(D - p \,.\, \text{sen. } \beta)\, R + p^2 + 2\,A\,p \,.\, \text{sen. } \beta - D\,(D + 2\,A)}{2[(1 - \cos. \beta)\, R - A\,(1 - \cos. \beta) - D]} \qquad \text{(XXI)}$$

$$s_1 = \frac{2(D - p \,.\, \text{sen } \beta)\, R + p^2 + 2\,A\,p \,.\, \text{sen. } \beta - D\,(D + 2\,A)}{2(R \text{ sen. } \beta - A \text{ sen. } \beta - p)} \qquad \text{(XXII)}$$

$$l_1 = \sqrt{p^2 + 4 s_1\,(s_1 + p)\,\frac{r_1^2}{r_1^2 + s_1^2}} \qquad \text{(XXIII)}$$

La curva de enlace que en este caso particular se obtiene, corresponde según se ha indicado anteriormente, al desvío derivado en el mismo sentido de la curva.

2.° Suponiendo $R = \infty$, llegamos á las mismas expresiones (VII), (VIII), (IX) ó (X), como necesariamente tenía de suceder, pues á $R = \infty$ corresponde el límite de aplicación de una ú otra fórmula.

Asimismo se obtienen las (XI), (XII), (XIII) ó (XIV), que nos fijan la línea de enlace del crucero con una vía paralela.

3.° Análogamente, haciendo $\alpha = o$, $\beta = o$, $n = o$, por la misma razón del caso anterior, se verifican las mismas fórmulas (XV), (XVI) y (XVII).

No siendo posible la aplicación de estas fórmulas, cuando las vías en que ha de tener lugar un enlace están en alineación recta, vamos á determinar las condiciones de éste particularmente.

(Fig. 7). El enlace suponemos se ha de establecer mediante dos curvas de un mismo radio, interponiendo entre ellas un elemento recto fijado. (E E son los ejes de las vías).

Los triángulos *ocd* y *och* dan:

$$\overline{oc}^2 = \frac{M^2}{4} + r^2 \quad ,, \quad \frac{K^2}{4} = \overline{oc}^2 - \left(r - \frac{d}{2}\right)^2$$

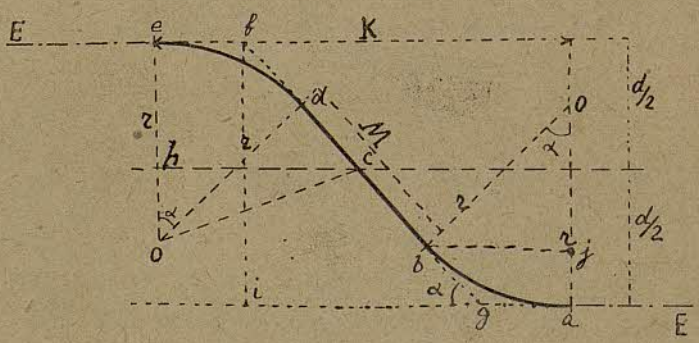

Fig 7

Sustituyendo el valor de la ecuación 1.ª en la 2.ª, y simplificando, tendremos:

$$K^2 = M^2 + 4\,r\,d - d^2 \qquad \text{(XXIV)}$$

Fórmula que nos liga los datos necesarios para el establecimiento de un enlace entre dos vías en alineación recta.

Para mayor facilidad de la práctica, vamos á fijar los puntos de tangencia sobre el elemento recto dado.

Del triángulo *fgi* se deduce:

$$\overline{fg}^2 = \overline{ig}^2 + \overline{fi}^2$$

llamando $t = ef = fd = bg = ga$, sustituyendo valores, reduciendo y despejando t, obtendremos:

$$t = \frac{rd}{M + K}$$

Del mismo triángulo resulta:

$$fi = fg \,.\, \text{sen.}\, \alpha = (M + 2t)\, \text{sen.}\, \alpha$$

sustituyendo t por el valor deducido, simplificando y despejando sen. α, tendremos:

$$\text{sen.}\, \alpha = \frac{(M + K)\, d}{(M + K)\, M + 2rd}$$

Y por último, el punto de tangencia b viene fijado por la distancia:

$$bj = r\, \frac{(M + K)\, d}{(M + K)\, M + 2rd} \qquad \text{(XXV)}$$

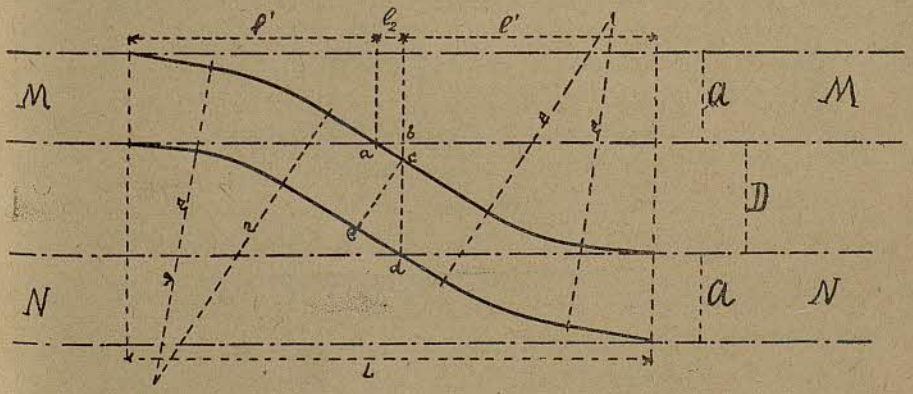

Fig. 8

Como fin de estos cálculos, vamos á determinar la longitud total de vía que intercepta un cambio de vía completo (fig. 8) suponiendo los dos ángulos β iguales.

Sea $$L = 2\, l' + l_2$$

El valor de l' ya nos es conocido por la fórmula (X').

Del triángulo *abc* se obtiene:

$$l_2 = bc \,.\, \text{ctg.}\, \beta$$

Además tenemos:

$$bc = bd - cd = D - \frac{A}{\cos.\ \beta}$$

ó sea:

$$l_2 = D\ .\ \text{ctg.}\ \beta - \frac{A}{\text{sen.}\ \beta};$$

resultando en último término:

$$L = 2l' + D\ .\ \text{ctg.}\ \beta - \frac{A}{\text{sen.}\ \beta} \qquad \text{(XXVI)}$$

Quedando con estas fórmulas resueltos los principales problemas de emplazamientos de vías que más frecuentemente se presentan, en el caso, más general, de verificarse los enlaces por medio de curvas circulares.

ANTONIO M.ª MARATA

TRANSIENTES ELÉCTRICOS

por

D. Carlos Proteus Steinmetz (*)

1. Con el incremento de magnitud é importancia de los sistemas eléctricos, aquellos fenómenos, que temporalmente ocurren en todos los circuitos eléctricos, tales como oscilaciones, ondas, impulsos eléctricos y ondas en movimiento, van siendo de una frecuencia y destructividad cada vez mayores, y un conocimiento y comprensión de su naturaleza general y de sus características, y la causa de su orígen, ha llegado á ser importante y necesaria para el ingeniero electricista.

Mientras la teoría de estos transientes eléctricos está todavía lejos de ser completa y envuelve cálculos matemáticos considerables, es posible también sin teorías matemáticas obtener un conocimiento profundo de su causa y origen, de su naturaleza y características generales, y también de sus relaciones numéricas más importantes, y en vista del gran y rápido aumento de importancia de estos fenómenos, á continuación se intenta exponer, sin empleo de matemáticas, una discusión general de los mismos y su situación en el funcionamiento de los sistemas eléctricos.

2. En general un circuito eléctrico comprende un manantial ó generador, una línea y una carga. En el generador, la potencia eléctrica es producida por alguna otra forma de potencia, como la mecánica, y discurre por la línea hasta la carga en donde es empleada. La potencia que llega hasta la carga no es toda la producida por el generador, sino que una parte se consume por todo el circuito, disipada como calor por la resistencia del conductor: ri^2.

Esto, sin embargo, no constituye todavía el fenómeno completo

---

(*) *Journal of the Franklin Institute,* July, 1911.

No teniendo en nuestro idioma un nombre que exprese los fenómenos momentáneos eléctricos que se tratan en este artículo, para evitar confusiones, hemos creído mejor adoptar el mismo nombre inglés *Transient*, españolizado, ó sea «Transiente».—N. del T.

que llamaremos flujo de potencia eléctrica, sino que se desarrolla algo en el espacio fuera del conductor que dirige el flujo de la potencia eléctrica; hay un *campo magnético,* líneas de fuerza magnética que rodean el conductor; hay también un *campo electrostático* ó *dieléctrico,* líneas de fuerza electrostática ó dieléctrica radian del conductor, y el campo magnético y el campo electrostático ó dieléctrico en el espacio fuera del conductor, siendo precisamente partes esenciales del flujo de la potencia eléctrica, como la disipación de potencia en la resistencia del conductor.

El campo magnético es proporcional á la corriente *i*, con un factor proporcional llamado *inductancia* L del circuito, siendo, pues, L*i*; el campo dieléctrico es proporcional al voltage *e*, con un factor proporcional llamado *capacidad* C del circuíto y, por lo tanto, es C*e*.

El campo magnético y el campo dieléctrico representan *energía acumulada;* la energía acumulada por el campo magnético, es

$$\frac{L i^2}{2}$$

y la acumulada por el campo dieléctrico, es

$$\frac{C e^2}{2}$$

Antes de que una corriente constante pueda engendrarse en un circuito, se debe para ello suministrar energía para producir su campo magnético; antes de que un voltage constante pueda estar en el conductor, debe serle también suministrada energía para producir su campo dieléctrico. Esta energía es suministrada por un flujo de potencia del conductor al espacio que le rodea, en el cual existe el campo. Como el campo magnético es proporcional á la corriente, la potencia requerida para suministrar su energía es dada por un voltage, el *voltage de inductancia*; como el campo dieléctrico es proporcional al voltage, la potencia requerida para suministrar su energía es dada por una corriente, la corriente de capacidad y voltage de inductancia y corriente de capacidad; así son los fenómenos por los cuales la energía acumulada de los campos magnético y dieléctrico respectivamente es suministrada al espacio que rodea á los conductores.

Siempre que ocurre un cambio en un circuito eléctrico que lleve consigo un aumento de su energía acumulada, magnética ó dieléctrica, como un aumento de corriente ó de voltage, tiene lugar un flujo de potencia del circuito al espacio que le rodea, hasta que ha sido suministrada la energía acumulada, é inversamente, siempre que ocurre un cambio que requiera una disminución de energía acumulada, entonces tiene lugar un flujo de potencia del espacio al circuito. Este flujo de potencia es temporal, durando sólo hasta tanto que la energía acumulada ha sido suministrada ó bien que el exceso de energía acumulada ha pasado de nuevo al circuito, siendo esto lo que se llama un *transiente* ó momentáneo eléctrico.

Los transientes son, por lo tanto, los fenómenos por los cuales en un cambio de condiciones de un circuito la energía acumulada se acomoda ella misma á la nueva condición y cualquier cambio en un circuito que requiera un cambio de la energía acumulada, no puede tener lugar instantáneamente, sino que interviene un período de transición del reajuste de la energía acumulada, hasta que se alcancen condiciones fijas, ya se trate de un circuito de corriente continua ó alterna.

3. Es obvio, que los transientes no son específicamente fenómenos eléctricos, pero tienen lugar en cualquier sistema de fuerzas, en donde ocurre una acumulación de energía. Así, pues, en potencia hidráulica, la energía se acumula en el momento

$$\frac{mv^2}{2}$$

de moverse la masa de agua en la tubería de alimentación, etc., y cualquier cambio de carga, que requiera un cambio del flujo de agua y por lo tanto de su energía acumulada, no puede realizarse instantáneamente, sino que aparece un transiente mecánico y el problema de regular potencias hidráulicas, especialmente con grandes alturas es esencialmente el problema de considerar el transiente mecánico. En ferrocarriles los períodos de aceleración y desaceleración no son más que transientes mecánicos de la energía acumulada; la activación del fuego de un generador de vapor ó el apagado del mismo son transientes térmicos, etc.

En los casos precedentes, la energía es acumulada en una sola forma; la energía cinética mecánica en la tubería y en el tren de fe-

rrocarril, como la energía es calorífica, en el generador de vapor, y el solo cambio de la energía acumulada que puede tener lugar, es un incremento ó una disminución. Si, no obstante, la energía es acumulada en dos ó más formas, además del aumento ó disminución de la energía acumulada, puede ocurrir una transformación de energía acumulada de una forma ú otra, y usualmente ocurre. Este es por ejemplo el caso del péndulo. Cuando el peso del péndulo se para en su posición final, contiene energía potencial de gravitación acumulada, debido á su elevación sobre la posición más baja. Cuando el peso alcanza la posición más baja toda esta energía potencial ha desaparecido; parte ha sido disipada por fricción, pero la mayor se ha convertido en energía cinética de movimiento y ahora el peso contiene energía cinética acumulada. Durante su nuevo movimiento, esta energía cinética es convertida de nuevo en energía potencial hasta que el peso llega á pararse en la próxima posición extrema, y así sucesiva y gradualmente, por una serie de transformaciones periódicas entre energía potencial de elevación y energía cinética de movimiento, la energía acumulada del péndulo desaparece.

Existen así dos clases de transientes: el transiente de simple energía, en el cual la energía es acumulada en una sola forma y el fenómeno es un aumento ó disminución fijos de la energía acumulada, y los transientes de doble energía (ó energía múltiple), en los cuales, además de un aumento ó disminución de la energía acumulada, ocurre una transformación de energía acumulada entre sus dos formas, transformación que usualmente es periódica.

4. En circuitos eléctricos de distribución de 110 á 120 voltios, en circuitos de tracción de 600 voltios y aun en circuitos primarios de distribución de 2.000 voltios, la energía dieléctrica

$$\frac{Ce^2}{2}$$

es todavía tan pequeña comparada con la energía magnética

$$\frac{Li^2}{2}$$

que la primera puede ser despreciada comparada con la última (ex-

cepto bajo condiciones especiales, como con descargas atmosféricas, etcétera), y el circuito puede ser considerado como de acumulación de energía en una sola forma, como energía magnética. Los transientes de tales circuitos son así transientes de energía simple, esto es, un aumento ó disminución fijos de la energía magnética acumulada durante el período de transición después de un cambio en el circuito. La energía dieléctrica llega á ser comparable en magnitud con la energía magnética en líneas de transmisión de 30.000 y más voltios y en cables subterráneos de 10.000 y más voltios, y tales circuitos de alto voltage dan entonces transientes de doble energía, ó sean, ondas de energía acumulada. Esta es la razón de la apariencia de perturbaciones eléctricas en circuitos de alto voltage, diferentes de las que se notan en circuitos de voltages bajos y medios.

Los transientes de simple energía de circuitos eléctricos que resultan de la energía magnética acumulada, son raramente de seria importancia, pues son un cambio gradual de las condiciones previas á las posteriores del circuito eléctrico; sus efectos inductivos son usualmente pequeños, debido á la extensión limitada de tales circuitos de bajo y medio voltage; su energía es moderada, y debido á la relativamente grande resistencia de la mayor parte de tales circuitos, la energía es rápidamente disipada, esto es, de corta duración el transiente y generalmente requieren ser tenidos en consideración sólo para evitar las molestias que pueden causar. Por ejemplo, cuando se cierra el circuito del campo de excitación de un motor en derivación, transcurre un tiempo apreciable (frecuentemente varios segundos) antes que el campo magnético se haya formado, y si entonces al inducido se le da energía inmediatamente y el reostato se quita demasiado rápidamente, una corriente muy intensa puede momentáneamente circular por el inducido sin ponerlo en movimiento, pues el campo magnético no ha llegado todavía á producirse y esta corriente puede fundir los fusibles.

Tales transientes magnéticos de simple energía pueden llegar á ser de serias consecuencias cuando son de una gran energía anormal, de modo que en sistemas muy extendidos ó en circuitos altamente inductivos, como campos de motores, y especialmente cuando es forzado sean de muy corta duración, como en el último caso, aun con una cantidad moderada de energía, la potencia puede ser muy grande,

dado que la energía se divide por el tiempo en que se ha disipado. Esto último ocurre con el transiente de apertura de un circuito inductivo. Abriendo un circuito inductivo, su energía magnética acumulada debe disiparse. Si entonces se abriese instantáneamente un circuito inductivo, esto es, se disipara su energía acumulada en un tiempo infinitamente corto, esto representaría una potencia infinita, esto es, un voltage inducido infinito, ó en otras palabras, el aislamiento del circuito sería perforado. Un circuito inductivo se protege á sí mismo hasta una medida considerable contra una apertura demasiado rápida, por el arco que sigue á las láminas del interruptor; cuanto más rápidamente se abre el interruptor más grande es el voltage inducido y más aun sigue el arco y mantiene el circuito, de modo que limita la rapidez de la apertura del circuito. El problema de abrir y cerrar los circuitos inductivos es, pues, abrir el circuito lo suficiente rápida mente para limitar la fusión de los contactos del interruptor por el arco, pero abrirlo lo suficientemente despacio para limitar el voltage inducido por debajo del valor que destruiría seriamente el aislante. Inversamente, si un circuito inductivo es abierto muy rápidamente, como por una poderosa corriente de aire al través del interruptor, ó un pequeño condensador derivado al través de la interrupción, se producen voltages prácticamente ilimitados, como en la bobina de Ruhmkorff.

5. Muchas veces los transientes magnéticos son de importancia, no directamente por su energía acumulada, sino por la producción de potencia que causan. Un ejemplo característico de esto se encuentra en las corrientes momentáneas de los cortos circuitos de los alternadores. El voltage de un alternador depende del campo de excitación y de la carga, esto es, la acción magnetizadora ó desmagnetizadora de la corriente del inducido, que se combina para dar una resultante con la fuerza magnetomotriz de la corriente del campo de excitación y ésta produce el flujo del campo. En circuitos abiertos, el flujo del campo magnético es, pues, debido solamente al campo de excitación. Si ahora con el mismo campo de excitación se toma corriente del inducido, especialmente si es una corriente decalada, la acción desmagnetizante de esta corriente baja el flujo del campo y con él el voltage. En corto circuito la corriente del inducido (que entonces es decalada) aumenta hasta tal valor que su acción desmagnetizante baja el flujo del campo á

una pequeña fracción del valor que existiría con la misma excitación del campo á circuito abierto, es decir, sólo el valor suficiente para circular la corriente de corto circuito en el inducido. Con turbo-alternadores modernos de gran velocidad la corriente permanente de corto circuito puede ser de unas cuatro veces la corriente en plena carga y el flujo del campo en corto circuito puede ser tan bajo como cosa de un décimo del flujo del campo que existe en circuito abierto, con la misma excitación de campo. Poniendo el alternador en corto circuito el flujo del campo magnético decrece así á un décimo de su valor inicial. Como representa energía acumulada no puede hacer esto instantáneamente, sino que puede solamente decrecer de un modo gradual (aunque rápidamente) desde el valor del circuito abierto hasta el del corto circuito, y en el primer momento, después del corto circuito, tiene así todavía, prácticamente, el valor del circuito abierto completo, esto es, un valor que puede ser diez veces tan grande como el valor del corto circuito permanente. Como este último da una corriente de corto circuito en el inducido, igual á cuatro veces la corriente de plena carga, ésta da una corriene diez veces mayor, esto es, una corriente de corto circuito momentánea que puede ser de cuarenta veces el valor de toda la carga. De este modo, el efecto del transiente del campo magnético del alternador es una corriente transiente excesiva entregada al inducido en corto circuito. Considerando que la corriente permanente de corto circuito del inducido, de un valor de cuatro veces la carga total, desmagnetiza el campo hasta bajarlo á un décimo de su valor, la corriente momentánea de corto circuito, de valor cuarenta veces la carga, desmagnetizaría tanto como diez veces y como en este momento de principiar el corto circuito el flujo del campo tiene aún su valor total, la corriente del campo debe también aumentar momentáneamente de diez veces su valor normal, para mantener el flujo del campo completo, contra la acción excesivamente desmagnetizante de la corriente momentánea de corto circuito del inducido. Esto es, el campo magnético en el momento del corto circuito empieza á decrecer en tal proporción que por su disminución induce en el arrollamiento del campo de excitación una fuerza electromotriz que sube la corriente del campo al valor que se necesita para mantener el flujo del campo contra la reacción del inducido. De este modo la corriente momentánea llevada al inducido en corto

circuito es acompañada por un correspondiente impulso de corriente en el campo. Con un corto circuito monofásico esta corriente de campo impulsa con doble frecuencia, así como la reacción del inducido monofásico impulsa con doble frecuencia; con un corto circuito polifásico aparece una pulsación de un transiente de toda la frecuencia en la corriente del campo, correspondiendo al transiente de arrancada de la corriente del inducido.

6. Los transientes eléctricos más importantes, porque son los más peligrosos, son los transientes de doble energía de los circuitos de alto voltage. En estos circuitos, en los cuales la energía dieléctrica acumulada es

$$\frac{Ce^2}{2}$$

es de la misma magnitud que la energía magnética acumulada

$$\frac{Li^2}{2}$$

el incremento gradual de la energía acumulada total, en un cambio de las condiciones del circuito, es acompañado por una oscilación ó transformación de la energía acumulada entre sus dos diferentes formas, de un modo similar al que se hizo ver con el péndulo, como una oscilación entre la energía potencial de gravitación y la energía cinética de movimiento.

Durante el período de transformación entre las energías magnética y dieléctrica acumuladas, la magnética tiene un máximo,

$$\frac{Li_0^2}{2}$$

y por lo tanto, la corriente oscilatoria i, un máximo i_0 en aquel momento en que toda la energía es magnética, esto es, la energía dieléctrica

$$\frac{Ce^2}{2}$$

y por lo tanto, el voltage oscilante e es cero. La energía dieléctrica tiene un máximo

$$\frac{Ce_0^2}{2}$$

y por lo tanto el voltage oscilante e tiene un máximo e_0, cuando durante la transferencia periódica de la energía acumulada toda la energía se ha convertido en dieléctrica, ó sea, en energía magnética

$$\frac{Li^2}{2}$$

y por lo tanto, la corriente oscilatoria i es cero.

Sin embargo, es la misma cantidad de energía acumulada (despreciando la disminución gradual y lenta de energía por la disipación de la potencia), que en un momento aparece como energía magnética y en el momento próximo como energía dieléctrica. Así es pues:

$$\frac{Li_0^2}{2} = \frac{Ce_0^2}{2}$$

Esta *relación entre el valor máximo de la corriente oscilatoria* i_0, *y el valor máximo del voltage oscilatorio* e_0 es de una importancia industrial muy grande. Se refiere á todos los transientes de doble energía, ó sea á las oscilaciones de energía acumulada. Haciendo una transposición se tiene:

$$\frac{e_0}{i_0} = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$\sqrt{\frac{L}{C}}$ es de la naturaleza de una impedancia, y se la llama *impedancia natural del circuito*, pudiéndose denotar por Z_0:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

En líneas de transmisión, Z_0 usualmente está comprendido entre 200 y 600 ohmios; es mucho más baja en cables, debido á su alta capacidad C y baja inductancia L y es mucho más elevada en circuitos inductivos, como los arrollamientos de alto potencial de los transformadores de elevado voltage.

La importancia industrial más grande de esta relación entre el voltage oscilatorio máximo y la corriente oscilatoria máxima esta en que permite el cálculo de una forma por medio de la otra. En la mayor parte de casos de oscilaciones de energía eléctrica, una de las dos

cantidades, la corriente ó el voltage, es conocida ó puede ser determinada aproximadamente según la causa de la perturbación y la relación arriba indicada permite el cálculo de la otra.

7. Consideremos, por ejemplo, el caso de cerrar el circuito de una línea de transmisión de 30.000 voltios. Con los interruptores abiertos, el voltage en la línea es cero; con los interruptores cerrados, el voltage tiene un valor efectivo de 30.000, y así, un valor máximo de $30.000 \sqrt{2} = 42{,}400$ voltios. Esto es, en el momento de cerrar el circuito ocurre un cambio de voltage repentino en la línea que como máximo puede alcanzar á: $C_0 = 42.440$.

Si entonces la impedancia natural de la línea, calculada por medio de las ecuaciones ó por medio de las tablas de L y C de los conductores de la línea es: $Z_0 = 400$ ohmios, la corriente oscilante máxima, que puede producirse en la línea por la operación de intercalar la línea muerta con el transformador vivo, es limitada á:

$$i_0 = \frac{e_0}{Z_0} = \frac{42.400}{400} = 106 \text{ amperios.}$$

Inversamente, cuando una línea que lleva 30.000 voltios se pone repentinamente en contacto con la tierra, ó en corto circuito, es decir, su voltage cambia de 30.000 voltios efectivos á cero, la corriente máxima oscilatoria que puede tener lugar, y que, en caso de corto circuito se sobreimpone en la onda de la corriente permanente de corto circuito, es de 106 amperios.

Una interesante aplicación de esta relación tiene lugar para el cálculo de la *descarga* máxima de un rayo en una línea de transmisión, contra la cual las estaciones deben ser protegidas. Mientras el voltage del rayo puede ser prácticamente ilimitado, el voltage máximo que el rayo puede producir en la línea es naturalmente limitado por el esfuerzo disruptivo del aislamiento de la línea contra voltages momentáneos. Si una línea recibe un alto voltage por una sacudida de un rayo (como es el caso más frecuente) produce una disipación en el aislador inmediato, y si es de energía suficiente puede perforar los aisladores, destrozar los brazos, cónsolas y postes localmente en la línea, pero la corriente de la descarga del rayo que pasa á lo largo de la línea hacia la estación está naturalmente limitada al voltage que

pueda existir actualmente, á lo menos momentáneamente en la línea, tal como resulta de la sacudida del rayo.

Suponiendo una línea de 30.000 voltios: los aisladores deben poder soportar continuamente doble voltage, ó 60.000, y momentáneamente á lo menos el doble, ó sea de 120.000 á 150.000. De este modo la corriente de descarga del rayo es limitada á la dada por el voltage oscilatorio de un máximo: $e_0 = 150.000$.

Con una impedancia natural de la línea, de $z_0 = 400$ ohmios, ésto da:

$$i_0 = \frac{C_0}{Z_0} = 375 \text{ amperios.}$$

Así, pues, 375 amperios es la corriente de descarga máxima que el rayo podría producir en la línea y esta es la corriente máxima, contra la cual los pararrayos de la estación tienen que proteger en el caso de una sacudida en la línea cerca de la estación. Si la descarga obra á una distancia considerable de la estación, naturalmente que la corriente de descarga en ésta es mucho menor, pues la energía de la oscilación es rápidamente disipada en su paso á lo largo de la línea.

Admitiendo una subida momentánea del voltage en la estación del 50 %, la caída máxima de voltage al través de los pararrayos sería limitada á la mitad del voltage máximo de la línea, ó sean 21.400 voltios. Con una descarga de 375 amperios esto permite una impedancia del pararrayos á su relación de descarga, de

$$Z = \frac{21.400}{375} = 57 \text{ ohmios.}$$

Para asegurarse una protección efectiva contra el rayo la resistencia del pararrayos é impedancia de su conexión á la línea y á la tierra, no debe, pues, exceder de 57 ohmios en este caso.

Si, no obstante, la impedancia natural Z_0 fuese mucho más baja debido al uso de conductores de gran diámetro y una relativa corta distancia relativamente corta entre ellos, por ejemplo, $Z_0 = 200$, y dos líneas paralelas tendidas desde la estación, entonces, si ambas líneas fuesen sacudidas simultáneamente, la impedancia natural de la descarga sería solamente:

$$\frac{Z_0}{2} = 100 \text{ ohmios}$$

y la corriente máxima de descarga, 1.500 amperios, y de este modo limitaría la impedancia admisible del circuito del pararrayos á 14 ohmios. Así es que resulta necesario para el uno y el otro una resistencia muy baja del pararrayos y una relación de la descarga de impedancia, muy baja también, ó bien el empleo de varios pararrayos y varias líneas y conexiones á tierra múltiples, para asegurar la protección.

8. Como se ha visto, sin entrar en un estudio de detalle de los transientes del rayo se pueden sacar elementos considerables de la relación fundamental arriba citada de la corriente y voltage de los transientes de doble energía.

Inversamente, esta relación puede aplicarse para determinar el voltage de oscilación, que puede ser producido por un cambio repentino de la corriente en la línea. Admitiendo que la corriente de carga total de la línea de 30.000 voltios sea de 200 amperios efectivos, tiene un valor máximo de $200 \sqrt{2} = 283$ amperios. Si entonces quitando la carga total el circuito fuere cortado con el valor máximo de la corriente, la oscilación que resulta sería la debida á un cambio súbito de corriente desde 283 amperios á cero, ó sea:

$$i_0 = 283 \text{ amperios.}$$

Con una impedancia natural de: $Z_0 = 400$ ohmios, esto da un voltage oscilatorio máximo de:

$$e_0 = i_0 Z_0 = 283 \times 400 = 113\,000 \text{ voltios.}$$

Esto es más del doble del voltage, ó sea, más que el voltage que la línea puede soportar continuamente y todavía una sobrecarga moderada, como del 50 % daría un voltage oscilatorio más elevado que el que la línea podría suportar aun momentáneamente, que causaría chispas en la periferia ó perforaría el aislamiento.

Cortar así la corriente en su máximo ó cerca de él es peligroso y con frecuencia destructivo y el problema de verificación de las líneas de transmisión consiste en proyectar un mecanismo de interrupción, que pueda ser siempre conectado de modo que se corte la corriente á cero. Esta es la razón por la cual se ha llegado al desarrollo de los interruptores modernos de aceite, puesto que este tipo tiene la característica de cortar el circuito teniendo la corriente el valor

cero. También ha conducido al abandono de todos los tipos de interruptores de aire, como peligrosos en circuitos de alto voltage, ya que el tipo de interruptor de aire no puede ser dispuesto para cortar siempre la corriente á cero, sino que algunas veces la corta en su máximo ó cerca de este, siendo entonces expuesto á la destrucción del aislamiento del circuito. La maniobra de los actuales sistemas de elevado voltage tan extendidos, ha llegado así á ser posible solo por el desarrollo de los interruptores modernos de aceite.

Puesto que la ruptura de la corriente á plena carga, cuando tiene lugar en punto inadecuado de la onda conduce á voltages peligrosos, es interesante ver lo que resultaría de abrir un *corto circuito* con la corriente máxima ó cerca de ella.

Suponiendo que la impedancia de la línea es del 20 % á plena carga, ó sea con la corriente de plena carga, el voltage de impedancia de la línea es el 20 % ó un quinto del voltage.

En corto circuito el voltage total imprimido es consumido por la impedancia de la línea y de este modo la corriente de corto circuito sería cinco veces la corriente de plena carga, mientras que el sistema generador pueda mantener el pleno voltage en la línea á lo menos momentáneamente, en el caso de un corto circuito en el extremo de ella. Con una plena carga de 200 amperios efectivos ó 283 amperios máximo, la corriente máxima de corto circuito sería de $5 \times 283 = 1.415$ amperios, y si se interrumpiere á su valor máximo, daría una oscilación de corriente máxima: $i_0 = 1.415$ amperios; así, con una impedancia natural de la línea de $Z_0 = 400$ ohmios, da un voltage oscilante de valor máximo:

$$e_0 = i_0 Z_0 = 1415 \times 400 = 566.000 \text{ voltios},$$

ó sea, muy lejos todavía de la fuerza aislante posible de la línea, ó en otras palabras, el aislamiento de la línea, por bueno que sea, se destruiría en el caso de un corto circuito siendo interrumpido ó cortado en el máximo ó cerca del máximo valor de la corriente.

El transiente más destructivo de los circuitos de alto voltage es, pues, la oscilación del corto circuito.

Algunas veces, sin embargo, los cortos circuitos son inevitables en las líneas de transmisión, ya sea debido á accidentes en los aparatos, ya debido á la producción de chispas en la línea, en aisladores defec-

tuosos, por perturbaciones atmosféricas eléctricas, por vientos fuertes que hacen balancear los hilos, etc. En cuanto se abren los cortos circuitos por los interruptores de aceite en el sistema, son relativamente inofensivos debido á la naturaleza del interruptor de aceite para abrir la corriente á cero. Son más peligrosas las formaciones de llamas en la línea que resultan de los arcos que se forman y que empiezan por extenderse y luego se apagan. Afortunadamente tales arcos sólo algunas veces desarrollan sus cualidades destructivas, pero por lo general desaparecen en el cero de la onda de la corriente; al final de media onda la corriente de vapor del arco se enfría lo suficiente para que al empezar la siguiente mitad de onda el arco no salte nuevamente. Algunas veces, sin embargo, estos arcos se apagan ellos mismos por explosión, á causa de la rápida expansión del aire debida al calor del arco, y como el efecto calorífico es una corriente en su máximo ó cerca de su máximo, esta ruptura explosiva del arco tiende á ocurrir cerca la corriente máxima, y entonces produce una oscilación destructiva. Este es el caso, especialmente en circuitos de alta capacidad y baja reactancia, como en los cables, en donde la corriente, y por lo tanto el efecto calorífico en el arco es muy grande y el arco más estable. Así, tales arcos constituyen los fenómenos más peligrosos y más destructivos de los circuitos de alto voltage.

Es interesante notar que las vibraciones que resultan de un transiente de corriente son por lo general mucho mayores en magnitud y en poder destructivo que los que resultan de un transiente de voltage.

9. Hemos visto que en la vibración de la energía magnética y dieléctrica acumulada, la corriente es un máximo cuando el voltage es cero, é inversamente, esto es, la corriente oscilante y el voltage oscilante están en cuadratura y de este modo la potencia es reactiva, pues que se produce oscilación del uno á la otra sin haber flujo de potencia á lo largo del circuito. Tal oscilación de energía se llama una *oscilaeión fija, onda permanente* á *oscilación.*

La corriente oscilatoria y el voltage pueden también estar en fase una con otra. Entonces hay un flujo de potencia á lo largo del circuito y el fenómeno se llama *onda móvil* ó un *impulso* eléctrico. Las ondas movibles se han observado ser de frecuencias desde pocos centenares de ciclos á millones de ciclos; éstos por el oscilógrafo y aquéllos por nna chispa al través de una pequeña reactancia.

En circuitos que comprenden secciones de diferente carácter, como línea de transmisión, transformador, carga, etc., ó sea en los casos más industrialmente importantes, la oscilación de energía es una combinación de ondas fijas y movibles. La oscilación de energía, naturalmente, debe desaparecer simultáneamente en todas las secciones del circuito. Sin embargo, en algunas secciones del circuito, como la línea de transmisión, la disipación de la energía tiene lugar en mayor proporción que en otras secciones del circuito, como en las bobinas de los transformadores y dejadas aparte, la oscilación desaparecería mucho más rápidamente en la línea que en el transformador. Así, cuando la línea y el transformador están conectados, debe suministrarse energía á la línea de la acumulada en el transformador por una onda movible. De este modo en la oscilación de energía ó el transiente de un tal circuito compuesto, ocurre un flujo de potencia oscilante entre las secciones del circuito. En una transformación del voltage oscilante y corriente esto resalta en el punto de transición entre las secciones sucesivas del circuito.

Por ejemplo, si una onda movible pasa desde una línea de transmisión al arrollamiento de alto potencial del transformador de reducción y e_1 es el máximo voltage, i_1 la corriente máxima, tenemos

$$p_1 = \frac{e_1 \, i_1}{2}$$

la potencia de la onda en la línea de transmisión; e_2 el voltage máximo é i_2 la corriente máxima, de donde

$$p_2 = \frac{e_2 \, i_2}{2}$$

la potencia de la onda en el transformador: como la misma potencia que deja la línea entra el transformador, se tiene:

$$\frac{e_1 \, i_1}{2} = \frac{e_2 \, i_2}{2} \qquad (1)$$

e lo mismo que i están, sin embargo, en relación por la impedancia natural de la sección del circuito, ó sea:

$$\left.\begin{aligned} i_1 &= \frac{e_1}{Z_1} \\ i_2 &= \frac{e_2}{Z_2} \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

siendo Z_1 es la impedancia natural de la línea y Z_2 la impedancia natural del transformador.

Substituyendo (2) en (1) tenemos:

$$\frac{e_2}{e_1} = \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}}$$

Esto es, *en el punto de transición entre dos secciones de un circuito tiene lugar una transformación de voltage con una relación de transformación, que es la raíz cuadrada de la relación de la impedancia natural de dos secciones del circuito y una transformación de corriente por la relación inversa:*

$$\frac{i_2}{i_1} = \sqrt{\frac{Z_1}{Z_2}}$$

Esta relación entre los voltages oscilantes y las corrientes en diferentes secciones del circuito es de importancia fundamental el trazar su origen y poder destructivo.

Desde que una onda movible que viene de una sección de circuito á otra de impedancia natural más elevada, aumenta en voltage y por lo tanto en poder destructivo, é inversamente, cuando entra en una sección de impedancia natural más baja, disminuye en voltage.

Así, pues, si una onda movible de $e_1 = 30.000$ voltios viene de una línea de una impedancia natural $Z_1 = 400$ ohmios, en el arrollamiento de alto potencial de un transformador, de impedancia natural $Z_2 = 3.600$ ohmios, sube el voltage á:

$$e_2 = e_1\sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} = 30.000 \quad \sqrt{\frac{3600}{400}} = 90.000 \text{ voltios.}$$

10. Las perturbaciones eléctricas que se originan en una sección de un circuito, con frecuencia desarrollan su poder destructivo en secciones de circuito adyacentes, en las cuales debido á la impedancia natural más elevada de la primera sección han subido ó aumentado hasta voltages destructivos. El resultado y la indicación de una perturbación en una línea de transmisión es así con frecuencia la destrucción de los transformadores conectados en la línea, no porque los transformadores sean defectuosos de aislamiento, sino porque la perturbación, mientras es de un voltage inofensivo en la línea, al entrar en el transformador se eleva en voltage á valores destructivos.

Cuando se habla de transformación de voltage en el punto de transición entre dos secciones de un circuito, es obvio que en el punto de transición el voltage es el mismo en ambos circuitos, pero ocurre un cambio de fase que resulta en un voltage máximo diferente á alguna distancia más allá en el circuito, del punto donde tiene lugar el máximo voltage. Con un aumento de voltage, este máximo es aproximadamente una cuarta parte de onda distante del punto de transición, y dependiendo la frecuencia de la onda, este punto puede estar muy cerca del punto de transición con ondas de muy alta frecuencia ó muy distante, con bajas frecuencias. De este modo pueden los transformadores destruirse en el medio de sus arrollamientos, como resultado de perturbaciones en la línea de transmisión en que están conectados si la perturbación es de una frecuencia moderada, mientras que la destrucción ocurriría en las espiras extremas si la perturbación en la línea es de muy alta frecuencia. Así, pues, la localización de la destrucción en un transformador no indica si la perturbación se ha originado en el transformador, ó si ha entrado de fuera.

Para concluir, pues, las dos relaciones numéricas más importantes que gobiernan las perturbaciones eléctricas en sistemas de alto voltage son:

a. La relación entre la corriente máxima i_0 y el voltage máximo e_0 de la oscilación, onda permanente, impulso ú onda movible:

$$\frac{e_0}{i_0} = Z_0$$

de donde:

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

es la impedancia natural del circuito.

b. La relación de transformación de voltages e_1 y e_2 y corrientes i_1 é i_2 en el punto de transición entre dos secciones de circuitos adjuntas, de impedancias naturales Z_1 y Z_2 respectivamente es:

$$\frac{e_2}{e_1} = \sqrt{\frac{Z_2}{Z_1}} = \frac{i_1}{i_2}$$

y de estas dos relaciones, se pueden derivar considerables datos sobre la naturaleza, causa y efectos de los transientes.

Necrología

D. LUIS MUNTADAS Y ROVIRA

El día 11 del corriente falleció en esta ciudad, después de una penosa enfermedad, el buen amigo y prestigioso compañero cuyo nombre encabeza estas líneas.

Muerto todavía en la flor de la edad, su nombre está unido al desarrollo y progreso de la construcción eléctrica en nuestro país, y nuestra clase, que tanto ha contribuído á la nacionalización de la industria, podrá ostentar con orgullo la memoria de un compañero cuya labor incesante en el terreno técnico y económico á la par, ha sido uno de los factores principales del reconocimiento oficial de la competencia productora del país.

Nosotros que hemos seguido paso á paso sus trabajos, recordamos sus primeros tiempos de lucha construyendo material eléctrico bajo la razón social Muntadas y Darna y su fundación más tarde de varias sociedades dedicadas al mismo ramo y en particular de «La Industria Eléctrica», cuyos modelos se han esparcido por toda la península, adquiriendo un crédito sólido que, junto con el de otros productores nacionales, ha permitido incluir la mayoría de materiales eléctricos entre los amparados por la ley de Protección á la Industria Nacional.

Precisamente en la confección y aplicación de esta ley es dondonde nuestro malogrado compañero alcanzó un puesto de honor merecido por sus nobles esfuerzos, puesto de honor que reconoció el Gobierno nombrándole Presidente de la Junta central para la aplicación de la citada ley. En este puesto el señor Muntadas tuvo ocasión de dar numerosas muestras de su actividad, así como de sus conocimientos y muy especialmente de su energía en defensa de las prerrogativas de la producción española.

En nuestra ciudad sus méritos fueron reconocidos, ocupando durante varios años la presidencia del Fomento de la Producción Nacional; cargo que encajaba admirablemente con los entusiasmos de toda su vida.

Al verle desaparecer tan tempranamente, no lloramos en él solamente al amigo cariñoso y al compañero ilustre, sino que, cuantos compartimos sus sentimientos, lamentaremos durante largo tiempo la desaparición de un campeón tan entusiasta del progreso de nuestra nación.

NOTICIAS

ALEACIONES DE NÍQUEL Y COBALTO CON EL CROMO.—Uno de los últimos números del Boletín de la «Société des Ingénieurs Civils de France» se ocupa de una interesante memoria leída por M. Edmond Heynes en la American Chemical Association sobre la aleación del níquel y el cobalto con el cromo. El autor estudió en 1905 una aleación de esta clase para fabricar con ella puntas de inflamador para motores de gas, obteniendo un metal que debía trabajarse en caliente, mientras las aleaciones de níquel y cromo se trabajaban en frío.

Para obtener esta aleación colocaba partes iguales de cobalto y de cromo puros en un crisol de carbón revestido de magnesia. La aleación se fundía en forma de barretas de 6 mm. de diámetro por 12 ó 15 cm. de longitud. Este metal no podía estirarse al martillo sin que se agrietara, lo cual parecía debido á un exceso de cromo ó á impurezas.

En su vista el autor empleó una nueva aleación de 75 % de cobalto y 25 % de cromo que obtenía mezclando ambos metales en un crisol y calentándolo con gas. La aleación muy fluida fué colada en un molde, obteniendo barretas de 12 mm. de diámetro por 12 á 15 cm. de longitud, dando un metal sonoro y elástico que, con un poco de precaución, podía estirarse al martillo. Después de numerosos ensayos para purificar los metales, el autor llegó á obtener una aleación muy dulce y maleable que se estiraba fácilmente hasta un espesor muy débil al rojo vivo, sin dejar señal alguna de grietas. Una hoja de navaja de afeitar fabricada con este metal sirvió durante año y medio sin experimentar el menor desgaste. El ensayo de esta aleación por tracción dió una carga de ruptura de 68,2 y un límite de elasticidad de 49,1 kgs. por mm.^{2} con un alargamiento de 3 %. Estos valores son superiores á los del acero ordinario y comparables con el acero al níquel; el alargamiento es muy pequeño, pero esto se debe á la gran dureza de la aleación. Se ha comprobado además que el módulo de elasticidad era casi igual al del acero, hecho interesante, puesto que todas las demás aleaciones que no contienen hierro suelen tener un módulo inferior.

Añadiendo á esta aleación pequeñas cantidades de otras substancias, se pueden modificar sus propiedades de una manera notable. Así, se puede obtener una aleación muy quebradiza, pero que raya el cristal de roca.

Reduciendo la proporción de cromo y añadiendo otras materias, se obtienen aleaciones que resisten al ácido nítrico y son

al mismo tiempo bastante dulces y maleables para ser trabajadas en frío. Su color es intermedio entre el del acero y el de la plata, adquiriendo un pulido hermoso mediante ciertas precauciones; pero su propiedad más notable es la resistencia á la corrosión, igual ó poco menor á la del oro y los metales del grupo del platino. Lo ataca débilmente el ácido clorhídrico diluído y más fácilmente los ácidos concentrados en caliente, pero una acción momentánea de ácido clorhídrico diluído ó concentrado no produce efecto alguno. El ácido sulfúrico diluído ó concentrado lo ataca muy lentamente en frío y poco activamente en caliente. El ácido nítrico no tiene acción alguna y se puede mantener una pieza pulida de esta aleación en un baño de ácido hirviendo durante varias horas sin alterar el brillo de la superficie.

Las soluciones de álcali cáustico hirvientes no producen efecto alguno sobre la aleación aun después de largo tiempo. Con mayor razón la aleación es inatacable por el aire aun cuando esté cargado de humedad ó de hidrógeno sulfurado; así es que la aleación permanece brillante durante largos años.

Esta aleación puede ser fundida rápidamente en un crisol abierto calentado al gas sin sufrir oxidación si se tiene cuidado de mantener una llama ligeramente reductora. La temperatura de fusión es de 1650° C. para la aleación con 25 % de cromo.

Se comprende que un metal así tiene grandes aplicaciones. Para la cuchillería pequeña pueden prepararse hojas que permanecen pulidas durante mucho tiempo. Asimismo está llamado á prestar grandes servicios para los instrumentos de cirugía, puesto que no es atacado por los líquidos antisépticos.

Los juegos en las piezas de máquinas á gran velocidad.—Un artículo del «American Machinist» analiza esta cuestión que raras veces ha sido tratada con datos numéricos á pesar de tener gran importancia, y que en muchos talleres se deja completamente al buen criterio de los obreros montadores.

Se trata del juego entre las piezas de máquinas de vapor que el artículo en cuestión precisa dando valores tomados de la práctica de varios grandes constructores ingleses.

Arboles acodados; juego lateral 0,1 mm. para los soportes laterales, si el árbol se prolonga, en los demás soportes 3 mm. ó más.

Cabezas de biela; juego lateral 0,8 mm. para anchos de 90 á 140 mm., 1,2 de 140 á 215, 1,6 para 215 á 325 mm.

Collares de excéntrico; juego lateral 0,175 mm. para anchos de 50 á 70 mm., 0,35 de 70 á 85, 0,5 de 85 á 105, 0,75 de 105 á 125; el juego sobre el disco se regula por la interposición de suplementos entre los dos collares.

Los cojinetes de los capacetes debn ser 0,8 mm. menores que

los lados de las bielas (se suponen éstas de horquilla abrazando el cojinete).

Las guías de los vástagos deben tener, según el diámetro, los juegos siguientes. Hasta 40 mm., 0,4 mm.; de 40 á 60, 0,8; de 60 á 85, 1,2; de 85 á 105, 1,6. Las cajas para empaquetaduras metálicas deben 1,6 mm .más grandes que el diámetro de los vástagos. Los casquillos para estas cajas deben tornearse 0,4 mm. menores que el interior de las cajas (*).

Los émbolos deben tener en diámetro los juegos siguientes: 0,8 mm. para cilindros hasta 175 mm.; 1,2 de 175 á 375; 2,4 de 375 á 625; 3,1 de 625 á 875; 4 mm. de 875 á 1125. Los segmentos deben dejar entre sus extremos un juego de 4,7 mm. hasta diámetros de 175; 9,7 para 175 á 315 y 1 mm. por cada 65 mm. más de diámetro.

Los segmentos para pistones-válvula de distribución de tipo cerrado reciben un juego que es respectivamente de 6,5 y 4 diezmilésimas de su diámetro para los cilindros de alta ó de baja y media presión cuando se emplea vapor saturado. Para el vapor recalentado estos valores son de 7, 6 y 5 diezmilésimas, si el recalentamiento no pasa de 35° y de 8,7 y 6 si es mayor.

Todos los gorrones reciben un juego de 25 cienmilésimas de su diámetro, excepto los collares de excéntrico, que pueden tener el doble.

Tratamiento de las aguas de las cloacas.—En un interesante estudio que publica el *Municipal Engineering* empieza recordando los sistemas de tratamiento de las aguas de cloacas empleados hasta la fecha: desinfección química, electrolisis, filtración, tratamiento por fosos sépticos y filtración oxidante, etc.

A propósito del tratamiento por fosos sépticos, precediendo una filtración bacteriológica, indica las ventajas é inconvenientes señalados por el Dr. Dunbar, según el cual las ventajas son: 1ª separación de las partículas sólidas; 2ª mezcla homogénea de un efluente cuya composición puede variar; 3ª preparación del efluente por el tratamiento biológico; 4ª utilización de los gases de foco séptico; 5ª disminución de los limos; 6ª el fango de los fosos sépticos es evacuado fácilmente; 7ª los gérmenes patógenos son destruídos.

Los inconvenientes son los siguientes: 1º mal olor del efluente; 2º dificultad del tratamiento biológico ulterior; 3º acción corrosiva del efluente sobre el cemento; 4º acción nociva del efluente sobre los peces, á causa de la importante cantidad de hidrógeno sulfurado que contiene.

Entre las ventajas señaladas la 5ª es de utilidad mínima y la

---

(*) Estos juegos parecen un poco exagerados (N. del T.)

6ª de utilidad nula; la 7ª de escaso valor; la 3ª, 2ª y 1 pueden, según el autor, obtenerse tan bien y más barato en las cubas de sedimentación de dimensiones menores.

Preconiza el empleo de fosos de sedimentación, de dimensiones tales, que el agua no queda en ellos más que una ó dos horas, y provistos de disposiciones de evacuación de los fangos á intervalos suficientes para que no se produzca acción séptica.

En Alemania, la tendencia se inclina á una filtración y á una sedimentación solamente, antes de la evacuación del efluente. En América, la tendencia es la misma, con dilución, oxidación y digestión, en los lagos, cuando se presenta el caso.

La cuestión puesta menos en claro es la de la eliminación de los fangos. Se puede señalar sobre este punto la instalación de Schaeferter-Meer, que comprende una centrífuga que deseca el fango, en cantidad de dos á cuatro metros cúbicos por hora, siendo la materia desecada automáticamente expulsada de esta máquina.

El alumbrado público en Barcelona.—El Ayuntamiento de esta ciudad ha abierto una información pública, á la que invita á todas las personas, entidades, empresas y Compañías que se hallen en condiciones, proyectos para el alumbrado público de Barcelona.

El plazo de la información es de 45 días.

Las proposiciones pueden hacerse en la forma, por el sistema y con las condiciones que estimen más convenientes, bien partiendo del concepto de su municipalización, bien partiendo de la contratación del servicio realizable por cualquiera de los sistemas de alumbrado que estimen más útil y práctico, como medio provisional para llegar á la municipalización ó como solución independiente de ésta, ó bien partiendo de cualquier otro concepto, que permita la realización del servicio de que se trata en las condiciones más ventajosas para la ciudad, así en su aspecto económico, como en su aspecto de intensidad ó energías lumínicas, con el bien entendido de que el Ayuntamiento queda en libertad de acción para adoptar sin limitación de ninguna clase, tanto respecto á la información como respecto á todos y cada uno de los proyectos que en ella se presenten, el acuerdo que estime procedente y conveniente; y que durante el plazo de la información quedara expuesto al público en la Sección administrativa de Ensanche, de la secretaría municipal, durante los días y horas laborables, un estado comprensivo del número de faroles alimentados por gas con expresión de los correspondientes al Interior y Ensanche del antiguo término municipal de esta ciudad y de cada uno de los pueblos agregados, con excepción del de San Martín, así como el del número de focos eléctricos, de 15 y 18 amperios, existentes en el Interior y Ensanche de esta ciudad y el de las lámparas incandescentes; y otro estado referente al coste del alumbrado público por

gas y eléctrico con arcos voltaicos y lámparas incandescentes durante un año, para que todos los que deseen acudir á dicha información puedan sacar los datos necesarios para su proyecto.

Figuran entre las bases las siguientes. Las proposiciones para el servicio del alumbrado público pueden ofrecer el gas ó la electricidad ó cualquier otro medio que reúna iguales ó mayores ventajás que aquéllas, pudiendo ser en parte de gas y en parte de la electricidad, y referirse lo mismo á todo el servicio de alumbrado que sólo á una parte de él, debiendo en todo caso fijarse concretamente los medios directos de producción elegidos y su rendimiento práctico, esto es, las clases y sistemas de mecheros, lámparas ó arcos voltaicos y su consumo específico por bujía hora en gas, energía eléctrica ó en cualquier otra unidad científica ó práctica según el medio adoptado; siendo preferidos los procedimientos más modernos.

En todos los casos ó sea cual fuere el medio, deberán las lámparas poder producir una iluminación mínima de 36 á 50 bujías decimales, hasta una máxima de 3.750 á 4.500 bujías de intensidad media esférica sin globo, producidas siempre por una sola lámpara ó mechero ó arco.

Los medios de producción, transporte, canalización y distribución, quedan á libre elección de los proponentes, debiendo, sin embargo, de adoptarse el alumbrado por gas, colocarse las tuberías en el subsuelo con las condiciones que á este fin tiene acordadas el Municipio y tener dichas tuberías las dimensiones apropiadas para el volumen del gas que deban conducir y la presión.

De elegirse el alumbrado eléctrico, las líneas de alimentación serán asimismo subterráneas dentro del término municipal de esta ciudad, como también aquellas cuyo potencial sea superior á 300 voltios.

En ambos casos las referidas líneas serán de naturaleza y secciones adecuadas á la corriente eléctrica que deban conducir y reunirán las condiciones de aislamiento fijadas por las disposiciones vigentes. El número máximo de arcos voltaicos que podrán proyectarse en serie, será de tres.

Las proposiciones deberán fijar concretamente los precios y condiciones en que se ofrece suministrar el alumbrado y prestar el servicio durante el plazo máximo de veinte años, debiendo los precios referirse forzosamente á la unidad de alumbrado producido, esto es, á la bujía decimal y fijarse separadamente por cada mechero, lámpara ó arco adoptado, en caso de más de uno, el medio directo de producción propuesto.

En las mencionadas proposiciones podrán fijarse los métodos, procedimientos y soluciones pertinentes á la municipalización inmediata ó diferida del servicio. A este efecto los concursantes podrán ofrecer al Ayuntamiento una participación fija ó gradual de los beneficios que obtenga la empresa y determinar las bases á

tenor de las cuales consentirían la adquisición por el Municipio de las fábricas, instalaciones y demás del servicio ó según las cuales estipularían la propiedad de dichas fábricas, instalaciones y demás material á favor del Ayuntamiento al expirar el plazo del contrato.

A toda proposición se acompañarán los planos, memorias, presupuestos y cuantos documentos crean sus autores pueden ser convenientes.

Las proposiciones podrán tener por objeto fábricas ó medios de producción, transporte y distribución existentes ó de otros en ejecución ó proyecto, debiendo en este caso ser realizables las obras dentro de un plazo que no exceda de seis meses.

En caso de adoptarse la energía eléctrica transportada desde distancia como medio productor del alumbrado, deberá disponer y proyectarse una central eléctrica en esta ciudad, de una potencia anónima igual á la del transporte para substituir la energía en caso de avería ó interrupción.

Las condiciones técnicas de rendimiento y seguridad, así como la clase, sistema, potencia y número de las máquinas y aparatos, conducción y distribución, queda á libre elección de los proponentes.

El Ayuntamiento queda absolutamente libre de adoptar, respecto á todas y cada una de las proposiciones que se presenten, el acuerdo ó acuerdos que estime más convenientes y procedentes.

Queda igualmente libre el Ayuntamiento para aceptar en principio la proposición ó proposiciones que considere preferibles, tanto en su totalidad como introduciendo en ellas modificaciones relativas á detalles ó extremos técnicos ó económicos.

La enfermedad de las cámras de aire comprimido.—Los trabajos de fundaciones por medio de aire comprimido, cada día más en boga, tienen el inconveniente de producir en los operarios una enfermedad especial cuyo estudio ha sido hecho en estos últimos tiempos por los doctores Haldane y Leonardo Hill. Está bien reconocido que la causa de esta enfermedad es el desarrollo de burbujas de nitrógeno en la sangre que dificultan la circulación. El problema consiste pues en determinar qué marcha debe seguir la descompresión para que la sangre sobresaturada pueda abandonar el nitrógeno en solución sin peligro alguno, es decir, sin la formación de burbujas.

La teoría establecida por el Dr. Haldane está basada sobre presiones relativas, haciéndose la descompresión á mitad de la presión máxima y después de un paso bastante prolongado para que el nitrógeno se desprenda por los pulmones en la circulación de la sangre. Esta teoría supone que cada vez que la sangre se

pone clara, el nitrógeno contenido está en estado normal. Siendo necesario más de un paso á través de los pulmones para quitar á la sangre su nitrógeno, parece razonable, como lo sugiere el doctor Hill, que todo lo que determine una circulación rápida será útil en este caso. Es bien conocido que el ejercicio físico hace circular la sangre de 6 á 10 veces más rápidamente que cuando el cuerpo está en reposo. Así se ha notado que había mejora cuando la marcha ó una ascensión eran necesarias entre dos períodos de trabajo.

Otro estudio del Dr. Hill se refiere á que la separación del nitrógeno de la sangre es muy facilitada por la absorción del oxígeno puro durante estos períodos. Este procedimiento hace por otra parte la curación más rápida y está confirmado por las observaciones de Borstein en las obras del túnel del Elba. Las conclusiones de este experimentador son que el mismo volumen de nitrógeno es expulsado del sistema sanguíneo en los intervalos de tiempo relativo siguientes:

Descompresión uniforme	1 minuto
Descompresión gradual	0,5 á 0,6 »
Respiración de oxígeno	0,35 »
Respiración forzada	0,5 á 0,9 »
Ligero trabajo corporal	0,2 á 0,25 »
Gran trabajo corporal	0,1 á 0,2 »

El período de descompresión puede evitarse pues por medio de un empleo juicioso de la respiración oxigenada y por un ejercicio corporal, unidos á una descompresión gradual.

Se han tratado además otros puntos, como la exclusión de los hombres gordos del trabajo de las cámaras. La cuestión de la pureza del aire en la cámara no es tan importante como se ha dicho algunas veces; el riesgo de envenenamiento por ácido carbónico no es grande, puesto que la proporción de este gas disminuye cuando la presión sube. Basta que la ventilación se haga en buenas condiciones.

BIBLIOGRAFÍA

Manuels pratiques d'analyses chimiques.—*Collection à l'usage des Laboratoires Officiels et des experts*, publiés sous la direction de *M. F. Bordas*, Directeur des Laboratoires du Ministère des Finances et *M. Eugène Roux*, Directeur du service de la Répression des Fraudes au Ministère de l'Agriculture.—Paris, Ch. Béranger, editeur, 15, Rue des Saints-Pères.

Esta interesante colección de los Manuales prácticos de Análisis químicos comprenderá 24 volúmenes en 18º y siendo de absoluta actualidad, están destinados á prestar los más grandes servicios á los químicos de los Laboratorios oficiales que, desde hace algunos años se han creado en diferentes poblaciones, así como á los Químicos-peritos encargados de la represión de las falsificaciones. Igualmente son indispensables á los industriales, pues que dan gran documentación sobre los métodos oficiales empleados para la verificación de sus productos.

Basta fijarse en la nomenclatura de los asuntos estudiados y en los nombres de los eminentes colaboradores que se han encargado de tratar cada uno la especialidad en la cual su reconocida competencia hace autoridad.

A continuación indicamos los títulos de los cuatro Manuales recientemente publicados y también su contenido en grandes líneas:

SOUDE-POTASSE-SELS.—Dénaturation des sels par *P. Méker*, Chimiste principal an Laboratoire central du Ministère des Finances.—Prix relié: 5 francs.

En este volúmen se hace un detallado estudio de la sosa y de la potasa, así como de los compuestos y sales que de estas substancias se derivan; expone los diferentes métodos de ensayos, el grado de los mismos, el dosado de un gran número de cuerpos, acompañando diversidad de datos de los mismos, de verdadero valor práctico.

Trata luego de las sales desnaturalizadas, sus empleos en la agricultura y en la industria, los medios de investigación de diferentes productos, así como el dosado de diferentes substancias.

Contiene además como complemento diferentes documentos oficiales, cuadros de fórmulas de desnaturalización de sales y de las industrias autorizadas en Francia para recibir las sales en franquicia de la taxa de consumo á condición de que se desnaturalicen, ó para recibir las sales desnaturalizadas antes de sacarlas, lo mismo en el caso de industrias sometidas al ejercicio, como las que no lo son.

MATIÉRES TANNANTES—CUIRS.—Gélatines, Colles, Noirs, Cirages, par *L. Jacomet*, Chimiste principal au Laboratoire central du Ministére des Finances.—Prix relié: 5 francs.

Este libro está dividido en seis partes: en la primera hace un estudio de las materias curtientes, exponiendo los medios de investigación cualitativa de los taninos; los diferentes métodos de dosado del tanino en las materias curtientes; estudio de las principales materias curtientes vegetales y la exposición de los diferentes métodos de análisis de los extractos curtientes. En la segunda parte se ocupa de las pieles y de los cueros, de los cuales indica los medios de análisis, dosados y ensayos. En la tercera parte trata en primer lugar de las colas animales de las cuales expone sus ensayos mecánicos y químicos, estudiando luego especialmente la cola de pescado y la cola de caseina y en segundo lugar es-

tudia las colas vegetales, de almidón, de pasta, y luego la dextrina, ocupándose del encolado y apresto de las gomas de Eckinann, arábiga y adragante, indicando sus medios de ensayo.

En la parte cuarta trata del negro animal, negro de humo, negro de marfil, negro de Alemania, negro de carbón y negro de prusiato y de los dosados á que dan lugar. La parte quinta está dedicada á las diferentes clases de betunes y la última la constituyen una serie de interesantes cuadros y documentos oficiales.

Huiles minérales.—Pétroles, Benzols, Brais, Paraffines, Vaselines, Ozokérite, par *Henri Delahaye*, Chimiste en chef du Laboratoire du Ministère des Finances à Rouen.—Prix: 4 francs.

En el primer capítulo de los tres en que está dividido este libro, después de definir y estudiar la composición de los petróleos, establece una clasificación de los productos naturales bituminosos y de los productos petrolíferos, que luego estudia los más importantes. En el capítulo segundo se exponen los principales procedimientos analíticos concernientes á los productos petrolíferos, se describen los aparatos para ello empleados y se presentan algunos ejemplos para facilitar la marcha que hay que seguir. En el capítulo tercero se estudian las petróleos americanos: aceites naturales, esencias, aceites lampantes y aceites brutos; los petróleos rusos y romanos de las mismas clases; los aceites de esquistos, las bencinas de gas rico, breas, parifinas, ozokeritas, ceras de liñito, vaselinas, betunes y benzoles, de los cuales establece su definición y trata de su análisis, destilación, etc.

Termina la obra con un apéndice que contiene, por una parte, diversas notas y cuadros muy interesantes, sobre las propiedades físicas y químicas, sobre los petróleos, su fraccionamiento, composición, destilación, etc., y por otra parte varios documentos oficiales, leyes y reglamentos referentes á estos artículos.

Alcools.—Alcool, Alcool denaturé, Dénaturants, par *M. Louis Calvet*, Chimiste en chef du Laboratoire central du Ministère des Finances. —Prix relie: 6 francs.

Este interesante volúmen sobre el alcohol está dividido en siete capítulos: en el Cap. I se establecen las definiciones y se ocupa de las alteraciones, fraudes y falsificaciones de que es objeto el alcohol; el Cap. II contiene un resúmen de la legislación sobre los alcoholes, en Francia, Alemania, Austria, Bélgica, España, Estados Unidos, Inglaterra, Italia, Noruega, Paises Bajos, Portugal, Rusia, Suecia y Suiza; en el Cap. III expone los métodos de ensayo y de análisis de los alcoholes, estudia los cuerpos desnaturalizados y los alcoholes desnaturalizados; el Cap. IV trata de la determinación del alcohol en ciertos productos, aceites esenciales, esencias artificiales de frutos, barnices, jabones, etc.; en el Cap. V. se exponen otros métodos diferentes de los empleados oficialmente para caracterizar el alcohol metílico en presencia del etílico; la exposición de los métodos oficiales de análisis empleados en otros paises es el objeto del capítulo siguiente y finalmente en el último se ocupa de la alcoholimetría, que completa con una serie de tablas de datos prácticos de gran utilidad para los que se ocupan del análisis del alcohol.

Complementan este libro y aumenta su valor un anejo que viene al final conteniendo una lista cronológica de las leyes, decretos y circulares relativos á los alcoholes, así como gran número de datos estadísticos.

Traité pratique de charpente, par *E. Barberot*, architecte (s. c.)— Paris, Librairie Polytechnique, Ch. Bèranger, editeur, 15 Rue des Saints-Pères—Un fort vol. grand in-8, contenant 1369 figures dessinées par l'auteur.—Prix relié: 25 francs.

A pesar del desarrollo que desde hace años han tenido y tienen aún las construcciones metálicas de todas clases, en las cuales se emplea exclusivamente el hierro y el acero, no por ello se ha prescindido, ni puede prescindirse de las obras de carpintería, tanto por ser en algunos casos insustituibles, como por ser indispensables ó auxiliares en otros, y en fin, por permitir con un relativo poco coste la realización de ciertas obras, que por sus condiciones y objeto no permiten el dispendio que suponen las construcciones metálicas.

Convencido pues el autor de la importancia de que hoy todavía gozan las obras de carpintería, ha tenido la buena idea de ocuparse de ellas en este interesante libro, tanto en detalle como en su conjunto para las diversas aplicaciones; prestando así un señalado servicio á aquellos que deben ejecutarlas. Las explicaciones por demás claras y concisas vienen complementadas por el gran número de figuras intercaladas en el texto, dibujadas expresamente por el autor, con el fin de amoldarse en un todo al objeto que en cada caso y en cada obra se ha propuesto.

Las materias que trata están distribuídas en diecisiete capítulos. En el primero se ocupa de los ensambles, que presenta con todo el detalle para los diferentes casos que se presentan; en el Cap. II trata de la construcción de postes, tanto de madera solos, como combinados de hierro y madera; en el siguiente se ocupa de los entramados en los diferentes casos que se pueden presentar, con todos sus detalles; en el Cap. IV trata de la construcción de dinteles de madera en sus diferentes casos y de las vigas compuestas y armadas; la construcción de los techos en todas las formas y para los diferentes casos, con todos sus detalles, es el objeto del Cap. V, así como el siguiente lo es la construcción de cuchillos de armadura de todas formas y dimensiones, las cubiertas y las techumbres, estudio muy detallado, con ejemplos de todos los casos. Los Cap. VII á X, están dedicados á la construcción de obras auxiliares, como lo son, los acodolamientos, los andamios, los aparatos elevatorios: cabrias, montecargas, gruas, etc., y las cimbras que describe y detalla en las aplicaciones más corrientes; las obras de fundaciones é hidráulicas por medio de pilotes y planchas, presas, muelles provisorios y estacadas son el objeto del Cap. XI; en los dos siguientes se dedican respectivamente á la construcción de pasaderas y puentes, en formas y dimensiones distintas; en el Cap. XIV, se estudia con toda la extensión y detalle la construcción de las escaleras de madera en todos los casos y formas; en el Capítulo XV, se estudian las maderas para la construcción, empezando por exponer los nombres de las diversas piezas que componen un techo, circunstancias que han de reunir; luego estudia las propiedades de varias maderas, describiendo los medios de obtención, cubicación y conservación; en el siguiente se trata someramente de la resistencia de las maderas sometidas á esfuerzos de compresión, tracción, flexión y cortadura y finalmente el último tiene gran número de datos de la mayor importancia tales como las sobrecargas de los techos según su objeto; escuadrías de las maderas, peso é inclinaciones de las cubiertas y del material de cubierta, etc.

Tal es en sus grandes líneas la presente obra que se recomienda por la gran utilidad que puede reportar, tanto á los que han de proyectar ó emplear obras de madera, como á los que han de construirlas, pues unos y otros encontrarán en ella un auxiliar de grandísimo valor.