

**Precios de subscripción**

España: año . . . . . 10 pesetas  
 Extranjero: año. . . . . 15 „  
 Número suelto . . . . . 1 „

# TÉCNICA

REVISTA TECNOLÓGICO-INDUSTRIAL

Redacción: Pelayo, 9  
 Teléfono 541 A.  
 Administración: Lauria, 26  
 Teléfono 514 S. P.  
**B A R C E L O N A**

AÑO XLIII

OCTUBRE 1920

NÚM. 34

## LOCOMOTORAS MODERNAS PARA TRENES EXPRESOS DE LOS FERROCARRILES DE M. Z. A.

(CONTINUACIÓN)

III. — COMPOSICIÓN DE ESTOS TRENES Y AUMENTO SUCESIVO DE SU PESO COMO CAUSA DETERMINANTE DE LA CREACIÓN DE SUCESIVOS TIPOS DE LOCOMOTORAS DE POTENCIA CRECIENTE

Hacia el año 1900 la composición de los trenes expresos de la línea de Barcelona a Portbou-Cerbère era la siguiente:

Máquina y tender, serie 151 - 165	Peso de los vehículos
Furgón de cabeza. . . . .	15 toneladas
Coche-comedor . . . . .	25 »
Coche de 1. <sup>ª</sup> clase . . . . .	12 »
» » » . . . . .	12 »
» » » . . . . .	12 »
» » » . . . . .	12 »
» » » . . . . .	12 »
Furgón de cola . . . . .	15 »
<b>Peso total remolcado . . . . .</b>	<b>115 toneladas</b>

La composición y peso de los expresos de la línea de Zaragoza y Madrid era parecida.

Sintiéndose en aquella época la necesidad de substituir los coches que entraban en la composición de estos trenes por otros de tipo moderno con intercomunicación, pasillo lateral y suspensión más suave obtenida por dos bogies, en los primeros años de este siglo, esta composición quedó modificada con el notable aumento de peso consiguiente en la siguiente forma:

*Composición de los trenes expresos de Barcelona a Madrid hacia el año 1905*

Máquina y tender, serie 666 - 680	Peso de los vehículos
Furgón de cabeza. . . . .	15 toneladas
Coche de butacas. . . . .	34 »
» » » . . . . .	34 »
» » » . . . . .	34 »
Coche-comedor . . . . .	32 »
Coche-camas . . . . .	32 »
Furgón de cola . . . . .	15 »
<b>Peso total remolcado . . . . .</b>	<b>196 toneladas</b>

Observemos que ha habido un aumento de peso de un 70 por 100 respecto de la composición anterior. Inútil es decir que al adoptar esta nueva composición debía poderse disponer de un tipo de locomotoras más potente; fueron éstas las de la serie 666-680.

A los pocos años se observó de nuevo la insuficiencia de plazas ofrecidas en estos trenes y, como la solución corrientemente empleada de aumentar el número de expresos con tonelaje reducido no está indicada en líneas de largo trayecto que no disponen de doble vía, por el gran número de cruces que hay que combinar al poner en marcha un nuevo tren con pocas estaciones de parada, quedó como única solución el aumento de peso de estos trenes y la inmediata construcción de locomotoras de potencia suficiente para remolcarlos con facilidad.

Entonces aparecen las locomotoras de la serie 1101-1195, que después de ensayarlas en los ex-

presos de Barcelona a Portbou y en vista de las dificultades con que verificaban el servicio de estos trenes, debido al demasiado reducido diámetro de sus ruedas motrices (1,40 m.); quedan reemplazadas por las locomotoras de la serie 1301 a 1308 con ruedas de 1,60 m. de diámetro, aparte de otras diferencias notables indicadas en el punto VIII de este artículo.

Quedan estas últimas remolcando actualmente aquellos expresos, cuya composición ordinaria es la siguiente:

*Composición del tren expreso de Barcelona a Madrid, en la actualidad (1920)*

Máquina y tender, serie 1,300	Peso de los vehículos
Furgón de cabeza . . . . .	16 toneladas
Coche de butacas . . . . .	34 »
» » » . . . . .	34 »
» » » . . . . .	34 »
» » » . . . . .	34 »
Coche-comedor . . . . .	46 »
Coche-camas . . . . .	45 »
» » . . . . .	45 »
Furgón de cola . . . . .	16 »
Peso total remolcado . . . . .	304 toneladas

Y cuando se le agrega un coche-salón, lo que sucede con relativa frecuencia, pasa a alcanzar un peso de 340 toneladas.

Terminaremos este capítulo dejando sentado que en la actualidad el arrastre de los expresos más difíciles de la C.<sup>a</sup> de M. Z. A., que son los de Barcelona a Madrid, necesitan locomotoras de gran potencia capaces de remolcar pesos de 350 a 400 toneladas a las velocidades efectivas de 50-55 kilómetros por hora en rampas seguidas de 15 por 1000, debiendo ser adecuadas estas mismas máquinas para sostener la velocidad de 80-90 Kms. por hora en las secciones de perfil fácil.

IV. — DISTINTOS MEDIOS QUE PERMITEN OBTENER EN LAS LOCOMOTORAS ESTE AUMENTO DE POTENCIA

Hemos enumerado ya las diversas series de locomotoras modernas que han ido substituyéndose sucesivamente las unas a las otras en el servicio de los trenes expresos de la Compañía M. Z. A.

Asimismo hemos señalado el aumento seguido de peso que ha experimentado la composición de dichos

trenes obligando a crear nuevos tipos de locomotoras cada vez más potentes.

Detengámonos un momento a examinar la forma en que se ha logrado obtener este aumento de potencia.

Partiendo del supuesto de que por acoplamiento del número necesario de sus ruedas, el peso adherente de un tipo proyectado de locomotora se considera ya lo suficiente elevado para permitir que la máquina desarrolle el esfuerzo de tracción que demande el servicio a que deba destinársela, tres medios distintos encontramos que permitirán obtener un aumento de potencia sobre los tipos de máquinas que hayan precedido a la nueva serie que se proyecte construir:

- 1.º Aumento de la potencia de vaporización de la caldera.
- 2.º Elevación del timbre o presión de régimen de la misma.
- 3.º Mejoramiento del rendimiento de la transformación de la energía del vapor en trabajo mecánico.

a) *Aumento de la potencia de vaporización de la caldera.*—A igualdad de calidad del combustible empleado, la potencia de vaporización de una caldera de locomotora depende de las dimensiones asignadas: a la superficie de la rejilla en primer término; a la superficie de calefacción, especialmente la de calefacción directa; a la proporción entre estas dimensiones. Hojeando el cuadro del punto VIII en que hemos reunido las dimensiones principales de los distintos tipos enumerados para poderlos comparar mejor entre sí, veremos en seguida que de los tres medios de que se podía echar mano se ha recurrido a este primero de modo preponderante.

b) *Elevación del timbre.*—La presión del vapor en la caldera, que era sólo de 10 Kgs./cm.<sup>2</sup> en la antigua serie 151-165, pasa a 16 Kgs. en las máquinas de la serie 1300. Sin embargo, es interesante hacer notar que en estas máquinas no ha sido posible lograr que trabajen a dicha presión, sino que ha habido que reducir el timbre hasta 14 Kgs. por las frecuentes averías que originaba aquella presión, debido a la especial forma del hogar de las máquinas 1300. Las únicas máquinas que trabajan con vapor a 16 Kgs. son las 877-880, sobre las que no insistiremos por haber prestado servicio únicamente en la Red Antigua. Fijémonos, pues, que si bien la adopción del timbre de 16 Kgs. representa un salto considerable desde el antiguo de 10 Kgs., no ha sido posible beneficiarnos *realmente* sino del aumento

que representa el paso de 10 Kgs. a 14 Kgs., aumento que se obtuvo ya en el primer tipo moderno (651 - 680) que data de 1901, de modo que el aumento de potencia debido al del timbre ha sufrido un estancamiento durante los últimos diez y ocho años.

Y era lógico que sucediese así, pues las indiscutibles ventajas del empleo de presiones elevadas, teóricamente, en cualquier clase de máquinas de vapor, parece ser que quedan limitadas por dificultades en la construcción y entretimiento, a presiones de 15 a 16 Kgs. en el caso de la máquina locomotora. En efecto: refiriéndonos, por un momento, no solamente a nuestro país sino a lo efectuado en el extranjero acerca de este particular, resulta que las presiones, al alcanzar el valor de 10 Kgs., hacia el año 1878, quedaron estacionarias y sólo unos quince años después aumentaron rápidamente, debido a los progresos de la siderurgia que ofrecía las chapas de acero extra-dulce obtenido con el horno « Martin-Siemens » con una homogeneidad que de ningún modo podían alcanzar las chapas de hierro fabricadas hasta entonces.

En la Exposición universal de Paris, del año 1900, llamó extraordinariamente la atención de los técnicos la locomotora n.º 2641 del tipo « Atlántic » (4-4-2) de la Compañía « Chêmin de fer du Nord », entre otras particularidades que presentaba, por su elevado timbre: 16 Kgs.; valor no alcanzado todavía por ninguna otra locomotora de su tiempo.

Esta presión durante los últimos veinte años no se ha rebasado aún, pues la locomotora de ensayo número 2741, construida en 1909 en los talleres de la propia Compañía y que se timbró a 18 Kgs/cm<sup>2</sup> ofreció más inconvenientes que ventajas, por lo que la misma Compañía, al construir en 1912 locomotoras del tipo « Pacific », volvió a adoptar el timbre de 16 kilogramos.

Es, pues, lógico deducir después de lo apuntado que mientras la metalurgia no nos ofrezca en condiciones ventajosas un nuevo material, acero u otro metal o aleación, para la fabricación de las chapas de la caldera, que ofrezca garantías superiores a las del acero hoy día utilizado, no se encontrará prácticamente ventaja alguna en el empleo de presiones superiores a la de 16 Kgs.

Antes de pasar al tercer punto de los enunciados, creemos interesante indicar, como resumen de estos dos, el modo de darse cuenta de la *potencia mecánica* de la caldera de una locomotora conociendo sus características. De las varias relaciones y fórmulas propuestas, únicamente la que a continuación copiamos, aplicada por los Ingenieros de Tracción

de los Ferrocarriles franceses, da resultados bastante aproximados a los deducidos de los diagramas obtenidos por medio del indicador.

Según ellos, la potencia de una caldera de locomotora puede expresarse en unidades mecánicas por la siguiente fórmula:

$$P = K \sqrt{g p c}$$

en la cual:  $K$  es un coeficiente variable de 18 a 24 según el tipo de máquina — nosotros hemos adoptado el mismo valor de 22 para todos los tipos de máquinas considerados en este estudio para obtener resultados más comparables —;  $c$  representa la superficie de calefacción *reducida*, es decir, la suma de la superficie de calefacción directa y de la tercera parte de la indirecta;  $g$  representa la superficie de la rejilla;  $p$  el timbre de la caldera;  $P$  la potencia expresada en caballos de vapor.

En las locomotoras de vapor recalentado en que los tubos grandes en donde van alojados los elementos recalentadores, hacen disminuir mucho la superficie de calefacción respecto de la de otra caldera de mismo diámetro y longitud no provista de recalentador, para que los resultados obtenidos con aquella fórmula resulten comparables y aproximados a la potencia real, se acostumbra a multiplicar los resultados obtenidos por 1.20, quedando, por lo tanto, aquella fórmula así:

$$P = 1,20 \times K \sqrt{g p c}$$

#### c) *Mejoramiento del rendimiento térmico.*—

En el extranjero se efectuaron ensayos, para mejorar este rendimiento, con distribuciones provistas de dos válvulas, cuyo objeto principal era aumentar el grado de expansión, habiéndose obtenido con su aplicación a las locomotoras resultados de ventajas muy dudosas, por lo que constituyendo este método una complicación más, no justificada, su aplicación quedó pronto abandonada.

Los ingenieros de nuestras Compañías de ferrocarriles han obrado muy acertadamente en este punto aprovechándose de las enseñanzas de lo efectuado en países más adelantados que el nuestro para no perder el tiempo en tanteos bajo este respecto.

En cambio, los otros dos medios principales aplicados hoy día para mejorar el rendimiento térmico de la máquina locomotora, como son la aplicación del sistema *componud* (compuesto) y el empleo del vapor recalentado han encontrado aplicación, ya

separadamente ya en combinación, en todos los tipos modernos enumerados.

Digamos cuatro palabras acerca de los inconvenientes que tratan de suprimir o cuando menos reducir estos sistemas.

Como que las paredes de los cilindros no son *adiabáticas*, en contra de lo que se suponía antes, tienen lugar transportes de calor del vapor al metal de los cilindros y viceversa, dando lugar a condensaciones y revaporaciones sucesivas.

Este hecho, causa del pésimo rendimiento de la máquina de vapor en general y de la locomotora de modo especial, hoy día tan claramente demostrado, tardó mucho tiempo en admitirse, tanto por los Ingenieros de Tracción como por los constructores de locomotoras, y aunque se daban perfecta cuenta de que el consumo de agua de las locomotoras era muy superior al gasto teórico correspondiente al trabajo realmente efectuado por el vapor deducido de los diagramas obtenidos en el *indicador*, trataban de explicarse estas diferencias por arrastres de agua a través del orificio del regulador, aceptando que el vapor utilizado por las máquinas locomotoras era un vapor sumamente cargado de humedad, hasta el punto de llevar 30, 40 y 50 por 100 de agua. Hasta fines del siglo pasado (1890) no empiezan a convenirse de su error, gracias a los importantes trabajos efectuados y publicados por Hirn y otros, especialmente M. Mallet. Entonces reconocieron la importancia de las cantidades de calor alternativamente absorbidas y devueltas por las paredes de los cilindros que, lejos de ser despreciables como hasta entonces habían creído, alcanzaban un valor de dos a cuatro veces mayor que la cantidad de calor convertida en trabajo. Según palabras del propio Hirn, *la revaporación instantánea del vapor condensado que recubre las paredes de los cilindros al principiar el período de escape, es la causa más desastrosa de las pérdidas de calor en la máquina de vapor.*

Convencidos ya de este hecho, fácilmente se dieron cuenta de que su influencia perjudicial aumentaba, al aumentar las diferencias de temperaturas alcanzadas por el vapor dentro de los cilindros, es decir, a medida que el grado de expansión aumentaba, empezando a comprender las ventajas que se obtendrían, efectuando en lugar de una prolongada expansión en un cilindro, dos expansiones reducidas en dos cilindros sucesivos, por lo que la *doble expansión* bajo cualquiera de los sistemas empleados puede definirse como *un medio práctico y eficaz para lograr expansiones prolongadas económi-*

*camente* y como consecuencia inmediata de hacer beneficioso el empleo de presiones elevadas con el consiguiente aumento de rendimiento térmico del motor.

Este sistema de doble expansión tuvo aquí inmediata aplicación, ya en el primer tipo de locomotoras modernas (651-665 y series sucesivas 666-680; 801-875), habiendo dado resultados excelentes.

El segundo sistema, el del empleo del vapor recalentado, de aplicación más reciente a las locomotoras, consiste, como se sabe, en admitir el vapor en los cilindros a una temperatura de unos 150° C superior a la correspondiente al vapor saturado a la presión del timbre. Con su empleo logramos que aquellos transportes de calor entre el vapor y las paredes de los cilindros tengan lugar in que se produzcan condensaciones o que queden a lo menos muy reducidas para evitar en definitiva las revaporaciones, de que hablaba Hirn, al empezar el escape.

Las primeras locomotoras de la Compañía M. Z. A., provistas de esta disposición, fueron las de la serie 1100, dando resultados enteramente satisfactorios bajo este respecto.

En seguida y como consecuencia natural de los resultados obtenidos con unas y otras máquinas debió presentarse a los Ingenieros del Servicio de Tracción el dilema siguiente: *¿Sería conveniente en tipos sucesivos de locomotoras renunciar al sistema compound volviendo a la locomotora de simple expansión, pero proveyéndola de un recalentador de vapor, o sería preferible prever que los nuevos tipos de locomotoras fuesen de doble expansión mejorándolos con el empleo del vapor recalentado?*

Las locomotoras de la serie 1300, de doble expansión y vapor recalentado, construídas poco después, las ocho primeras procedentes de Alemania (1914), y las restantes construídas dos años más tarde por la «American Locomotive Cy» son una prueba evidente de que la balanza se inclinó del lado del tipo de doble expansión y vapor recalentado.

Al principio de este artículo, en que hemos puesto de manifiesto el lugar preferente que asignamos al tipo de locomotoras serie 1400, hemos dejado ya sentado como, en nuestra opinión, no estuvieron acertados al decidirse en aquel sentido. Más adelante expondremos las razones que tenemos para opinar así.

M. M.

Ingeniero Industrial

(Continuará)

# CÁLCULO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN PARA LARGAS DISTANCIAS

## SU RENDIMIENTO, REGULACIÓN Y COMPENSACIÓN

PARA el cálculo de las características de líneas de transmisión de elevado voltaje y gran longitud hay que partir de la consideración de que las reactancias capacidades y pérdidas de línea están igualmente distribuidas a lo largo de ella; Mrs. Blondel y C. le Roy han establecido unas ecuaciones que dan el valor exacto del régimen de trabajo en un punto a X kilómetros del de llegada, partiendo de la consideración de que la tensión y la corriente en este punto son las resultantes de dos vectores, para la tensión : la tensión en vacío y la tensión en cortocircuito, o sea la tensión necesaria para que poniendo un cortocircuito de resistencia despreciable en el punto de llegada pase por él una corriente igual a la de trabajo y para la corriente, la corriente de carga de la línea, o sea la corriente a circuito abierto y el vector representativo de la corriente de cortocircuito.

Los valores de estos vectores son :

$$\bar{E}_{ca} = \bar{E}_1 + \left( E_1 \frac{ZWX^2}{1 \times 2} \right) + \left( E_1 \frac{(ZW)^2 X^4}{4!} \right) 2j + \dots$$

$$\bar{I}_{ca} = (\bar{E}_1 WX) \theta + \left( E_1 \frac{ZW^2 X^3}{3!} \right) \theta^{1+j} + \left( E_1 \frac{Z^3 W^3 X^5}{5!} \right) \theta^{1+2j} + \dots$$

$$\bar{E}_{cc} = (\bar{I}_1 ZX) \theta + \left( I_1 \frac{Z^2 W X^3}{3!} \right) \theta^{1+j} + \left( I_1 \frac{Z^3 W^2 X^5}{5!} \right) \theta^{1+2j} + \dots$$

$$\bar{I}_{cc} = \bar{I}_1 + \left( I_1 \frac{ZW}{2} X^2 \right) j + \left( I_1 \frac{Z^2 W^2}{4!} X^4 \right) 2j + \dots$$

$\bar{E}_{ca}$  e  $\bar{I}_{ca}$  tensión y corriente en circuito abierto a X kilómetros del punto de recibo.

$\bar{E}_{cc}$  e  $\bar{I}_{cc}$  tensión y corriente en cortocircuito en el mismo punto, Z y W impedancia y admitancia kilométrica de un hilo de línea.

De estas ecuaciones se deduce el valor de la tensión y de la corriente de carga en el punto señalado.

$$\bar{E} = \bar{E}_{ca} + \bar{E}_{cc}; \quad \bar{I} = \bar{I}_{cc} + \bar{I}_{ca}.$$

Admitiendo un error de  $\frac{1}{1000}$  para líneas de una longitud inferior a 360 kilómetros y una frecuencia

de cincuenta periodos las ecuaciones precedentes quedan notablemente simplificadas.

$$\bar{E} = \bar{E}_1 \left( 1 + \frac{ZW}{2} \right) + Z\bar{I}_1 \left( 1 + \frac{ZW}{6} \right)$$

$$\bar{I} = \bar{I}_1 \left( 1 + \frac{ZW}{2} \right) + W\bar{E}_1 \left( 1 + \frac{ZW}{6} \right)$$

En el caso de que partiendo de la Central generadora se quisiera tener el valor de la intensidad y de la tensión en el extremo de la línea, el segundo término de estas ecuaciones iría afectado del signo menos.

Generalmente los datos que se establecen para el cálculo de líneas de transporte son la tensión, carga y factor de potencia de la estación receptora, y se calculan los mismos en la estación transmisora.

Establezcamos la siguiente nomenclatura :

$E_g$  tensión compuesta en el lado del generador.

$I_g$  amperios por fase en el lado del generador.

$E_r$  tensión compuesta en la estación receptora.

$I_r$  amperios por fase en la estación receptora.

$e_g$  tensión simple en la estación generadora.

$e_r$  tensión simple en la estación receptora.

$e_1$  componente en fase con  $e_g$  o  $e_r$ .

$e_2$  componente fuera de fase con  $e_g$  o  $e_r$ .

$i_1$  componente en fase con  $I_g$  o  $I_r$ .

$i_2$  componente fuera de fase con  $I_g$  o  $I_r$ .

$I_L$  corriente de carga.

$I_c$  corriente del condensador.

Se tomará como línea de referencia la correspondiente a  $e_r$ .

$$e_r = \frac{E_r}{\sqrt{3}} \text{ (para circuitos trifásicos).}$$

### COSENO $\Phi$ FACTOR DE POTENCIA

$I_r = i_1 + j i_2$  para corriente de retardo.

$I_r = i_1 - j i_2$  para corriente adelantada.

$i_1 = I_r \cos \Phi$ .

$i_2 = I_r \text{ seno } \Phi$ .

$e_g = e_1 + j e_2$ .

$I_g = i_1 + j i_2$ .

- $r$  = resistencia total de un conductor, en ohmios.
- $X$  = reactancia total de un conductor, en ohmios.
- $Z = r - jx$  impedancia de un conductor en ohmios/kilómetros.
- $C$  = capacidad de faradios.
- $W = g - jb$  admitancia en ohmios / kilómetros.
- $g$  = perditancia de la línea debida a efectos corona y pérdidas a través de los aisladores.
- $b$  = capacitancia.
- $L$  = self-inducción / kilómetro.
- $\Phi$  = factor de potencia en la estación receptora.
- $\Phi_1$  = factor de potencia en la estación generadora.

Tang.  $\theta = \frac{e_2}{e_1}$  da el ángulo entre  $e_g$  y voltaje de referencia  $e_r$ .

Tang.  $\theta_1 = \frac{i_2}{i_1}$  da el ángulo entre  $I_g$  y  $e_r$ .

El factor de potencia del generador es  $(\theta_1 - \theta) = \pm \Phi_1$ .  
 Si  $\Phi_1$  es positivo, el factor de potencia es retrasado.  
 Si  $\Phi_1$  es negativo, el factor de potencia va adelantado

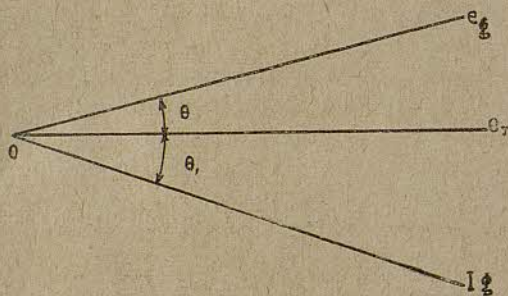


Fig. 1

El voltaje y la corriente del generador son en valores absolutos.

$$e_g = \sqrt{e_1^2 + e_2^2}; \quad y \quad I_g = \sqrt{i_1^2 + i_2^2}$$

La tensión compuesta del mismo  $E_g$  es igual a  $\sqrt{3} e_g$ .

La potencia  $P_g = \sqrt{3} E_g \times I_g \cos \Phi_1$ .

Pérdidas de la línea  $P_g - P_r$ .

Rendimiento de la línea  $\frac{P_r}{P_g}$ .

Como se ha dicho, en una línea de transmisión, hay que suponerla como compuesta de resistencias e inductancias en serie y de capacidades en derivación repartidas a lo largo de la línea, como indica el esquema siguiente (fig. 2).

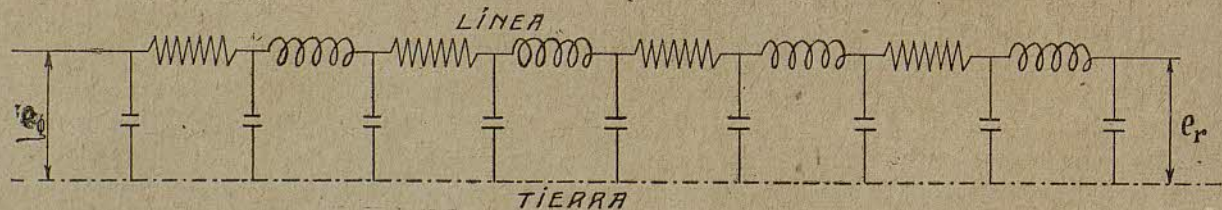


Fig. 2

Establezcamos un ejemplo de la línea de transmisión con las siguientes características :

Longitud total de la línea. . . . .	227 kilómetros
Sección del conductor de cobre. . . . .	85 m/m <sup>2</sup> .
Distancia entre conductores . . . . .	486 c/m.
Altura media del conductor sobre el suelo . . . . .	8 metros
Carga de la línea . . . . .	30,000 kw.
Frecuencia. . . . .	50 periodos
Factor de potencia, atrasado; $\cos \Phi =$	0'85
Voltios, estación de llegada . . . . .	110 KV.

RESISTENCIA OHMICA (EFECTO KELVIN, DESPRECIABLE)

$$r = 0'231 \text{ ohmios / kilómetro}$$

Resistencia total  $r = 52'4$  ohmios.

Capacidad

$$c = \frac{0'02413}{10^6} \times \frac{1}{\text{long. v.} \left( \frac{d}{r} \sqrt{4 h^2 + d^2} \right)} = \frac{0'008}{10^6} \text{ farad. / km.}$$

Capacidad total  $c = 1'81 \times 10^{-6}$ .

Inductancia

$$L = 0'0002 (2'3 \log. \text{v.} \frac{d}{r} + 0'25) = 0'00148 \text{ Henry / kilómetro}$$

Inductancia total  $L = 0'3359$  Henrys

Perditancia

pérdidas por aisladores 300 wátios / kilómetro  
 pérdidas por efecto corona

$$p = \frac{344}{j} f \sqrt{\frac{r}{D}} (U_x - U_c) 10^{-5}$$

$p$  = pérdida en KW. / kilómetro de cable

$d = 0'89$  (coef. de densidad del aire).

$r = 0'52$  c / m. radio del conductor.

$D = 486$  c / m. distancia entre conductores.

$U_c$  = tensión crítica.

$$U_c = m_c \times d \times 21'1 \times r \times 2'303 \log. \text{v.} \frac{D}{r}$$

$m_c = 0'83$  para conductores tipo corriente.

$U_c = 45'7$  KV. en mal tiempo.

$U_c = 57'2$  KV. en buen tiempo.

$p = 1'5$  KV / kilómetro en el trozo de línea a 125 kv.

$p = 0'27$  KV. para el trozo de línea a 110 kv.

promedio pérdidas efecto corona 600 watos / kilómetro y fase.

Perditanca:

$$g = \frac{W}{e^2} = \frac{2100}{(63500)^2} = \frac{52}{10^8} \text{ Mhos. / kilómetro.}$$

Perditanca total  $1'18^{-4} \times 10$  Mhos.

Reactancia

$$X = 2\pi fL = 0'462 \text{ ohmios / kilómetro}$$

Reactancia total 105 ohmios.

$$W = 0'000118 - jb = 0'000118 - j 2\pi fC = 0'000118 - j 565 \times 10^{-6} = 0'000118 - j 0'000565.$$

$$Z = 52'4 - jX = 52'4 - j 105.$$

$$ZW = 0'05222 - j 0'0419.$$

$$1 + \frac{WZ}{2} = 0'9738 - j 0'0209.$$

$$Z \times \left(1 + \frac{WZ}{6}\right) = 51'066 - j 104'266.$$

$$W \times \left(1 + \frac{WZ}{6}\right) = 0'000112 - j 0'00056.$$

$$e_g = e_r \left(1 + \frac{ZW}{2}\right) + I_r Z \left(1 + \frac{ZW}{6}\right).$$

$$I_g = I_r \left(1 + \frac{ZW}{2}\right) + E_r W \left(1 + \frac{ZW}{6}\right).$$

$$E_r = \frac{110000}{\sqrt{3}} = 63500.$$

$$I_r = \frac{30000}{110 \times \sqrt{3} \times 0'85} = 186.$$

$$I_r = I_r \cos \Phi + j I_r \sin \Phi = 158 + j 97'6.$$

$$e_g = 63500 (0'9738 - j 0'0209) + (51'066 - j 104'266) (158 + j 97'6) = 79927 - j 12853.$$

$$e_g = \sqrt{(79927)^2 + (12853)^2} = 80950 \text{ volts.}$$

$$E_g = 80950 \times \sqrt{3} = 140042 \text{ volts}$$

$$I_g = (158 + j 97'6) (0'9738 - j 0'0209) + 63500 (0'000112 - j 0'00056) = \sqrt{(163'04)^2 + (56'2)^2} = 172'4.$$

$$\text{Tang. } \theta = \text{Tang. } \frac{12853}{79927} = -9^\circ 12'.$$

$$\text{Tang. } \theta_1 = \text{Tang. } \frac{56'2}{163'04} = 19^\circ 2'.$$

$$\theta_1 = 28^\circ 14'.$$

$$\text{Cos. } \Phi_1 = 0'881 \text{ atrasado.}$$

Potencia del generador

$$P_g = \sqrt{3} \times 172'4 \times 140'042 \times 0'881 = 36800 \text{ KW.}$$

Pérdidas de línea

$$36800 - 30000 = 6800 \text{ KW.}$$

Rendimiento de la línea

$$\frac{30000}{36800} \times 100 = 81,5 \%$$

Regulación de la línea

$$\frac{140042 - 110000}{140042} \times 100 = 21'4 \%$$

Para obtener la potencia del generador sin nece-

sidad de calcular los ángulos, puede hacerse como sigue:

$$e_g = e_1 + j e_2; I_g = i_1 + j i_2; P_g = 3(e_1 i_1 + e_2 i_2)$$

#### CONSTANTES DE LA LÍNEA

$$E_{cc} = Z I_1 \left(1 + \frac{ZW}{6}\right) = 21600 \text{ volts.}$$

$$E_{ca} = E_1 \left(1 + \frac{ZW}{6}\right) = 61700 \text{ volts.}$$

$$I_{cc} = I_1 \left(1 + \frac{ZW}{6}\right) = 182 \text{ amps.}$$

$$I_{ca} = W E_1 \left(1 + \frac{ZW}{6}\right) = 36'2 \text{ amps.}$$

Calculando por este sistema y para distintas potencias de recibo y un mismo coseno ( $\Phi = 0'85$ ), la carga, factor de potencia, tensión en la central generadora y el rendimiento de la línea, se puede formar la siguiente tabla:

TABLA N.º I

KW. de carga	Kilovats		Amperes		KV. A.		KW. Generador	Factor		Rendimiento línea
	Rec.	Gen.	Rec.	Gen.	Rec.	Gen.		Rec.	Gen.	
5000	110	108'7	0	36'2	0	1160	6700	0'85	0'218*	
10000	110	112	30'9	38'5	5870	7670	7460	0'85	0'88*	0'76
15000	110	111'2	61'8	58'9	11750	12336	13023	0'85	0'974	0'833
20000	110	118'2	71	66'5	13500	13600	13500	0'85	0'993	0'95
25000	110	128'6	123'5	115'4	23400	25692	4203	0'85	0'942	0'827
30000	110	140'4	186	172'4	35500	41758	36900	0'85	0'888	0'815

\* Cos.  $\Phi$  adelantado.

Estos resultados han sido puestos en forma gráfica en la fig. 3.

Curvas características de la línea de transmisión sin compensador Tensión de recibo 110 KV.

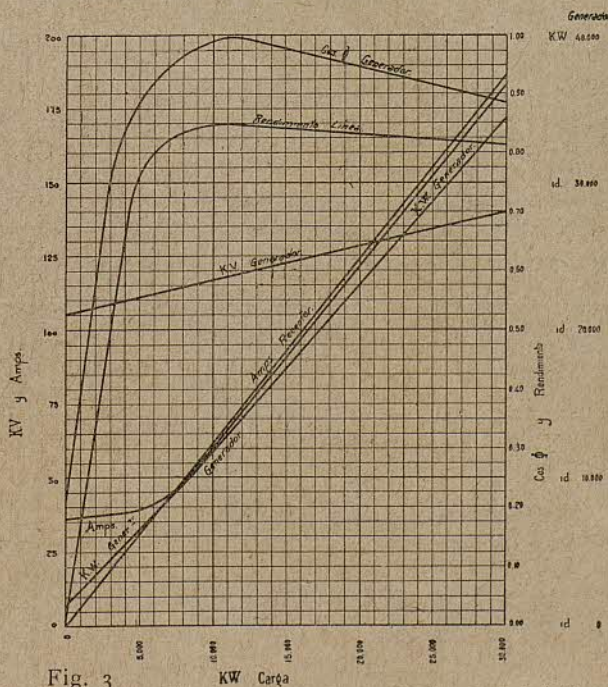


Fig. 3

En estos cálculos se ha prescindido de la caída de tensión debida a los transformadores, considerando solamente las pérdidas en la línea, en el caso de querer la tensión en la baja de los mismos habría que tener en cuenta la reactancia y resistencia de los transformadores, partiendo de la consideración que éstas deberían calcularse y sumarse a la de la línea desde el punto de vista que para un transformador se admite una caída de tensión por reactancia de 4 a 7 por 100 y por resistencia de un 0'5 a 1'5 por 100.

De la tabla núm. 1 se deduce que para una línea de transmisión de estas constantes no puede llevar una carga superior a 20,000 kw. sin admitir una pérdida superior a un 17 por 100, obligando a adquirir transformadores de más altas tensiones, exigiendo un más alto aislamiento de la línea y aun admitiendo un factor de potencia en el lugar de recibo de 0'85 que en redes corrientes llega a ser a veces bastante inferior 0'70.

De estas consideraciones se deduce la necesidad de instalar en la central de recibo, de largas líneas de transmisión, compensadores de fase, que modifiquen el factor de potencia, dando una componente adelantada para cargas atrasadas y atrasada para el caso de componentes avanzadas.

Esto puede obtenerse ajustando el campo de excitación de los motores sincronicos y alternadores que cambien el ángulo de fase en el extremo de la línea. Otra de las ventajas del compensador estriba en que la regularización de la tensión, necesaria para las variaciones de carga, puede efectuarse en el extremo de la línea en lugar de accionar sobre el generador, pudiendo exigir que la relación  $\frac{E_g}{E_r} =$  constante lo que sobre ser una ventaja para el mejor servicio por la facilidad de la regularización aumenta el rendimiento de la explotación e instalación.

La condición económica más práctica para determinar la capacidad del motor o motores sincronicos

ha de partir de la consideración que el máximo rendimiento se obtiene teniendo en las dos centrales generadoras y receptoras un factor de potencia lo más cercano a la unidad o algo atrasado en la central receptora y un poco adelantado en la de transmisión.

Si el objeto del compensador es además de aumentar el rendimiento, regular la tensión en el extremo de la línea, la capacidad del mismo ha de calcularse teniendo en cuenta que a cargas pequeñas la capacidad de la línea da lugar a un aumento de tensión de la central generadora a la de recibo, y, por lo tanto, si se quiere mantener constante esta tensión es necesario que el compensador dé, como se lleva dicho, una componente en retardo para neutralizar este efecto, y, para cargas mayores, una adelantada para compensar la de retardo. La capacidad del motor sincrónico ha de ser la necesaria para poder dar los K. V. A. necesarios para el primer caso y los K. V. A. para el segundo.

Puede darse el caso que la carga de la línea sea constante o que varíe entre límites pequeños y la variación sea sólo del factor de potencia, en cuyo caso la capacidad del motor sincrónico ha de ser la necesaria para contrarrestar las variaciones del mismo. Otro caso, que es el más corriente, son las oscilaciones de carga entre los límites de media carga, plenacarga y sobrecarga durante cierto tiempo; por ejemplo, en invierno, durante las horas en que se suman las cargas para el alumbrado y la fuerza: en este caso la capacidad del compensador ha de calcularse considerando que los K. V. A. necesarios para compensar el defasaje de plena carga y adquirir el compensador en condiciones que pueda admitir durante estas horas la sobrecarga a que puede estar sometido.

La fig. núm. 4 es el esquema de una línea de transmisión con sus transformadores carga y compensador.

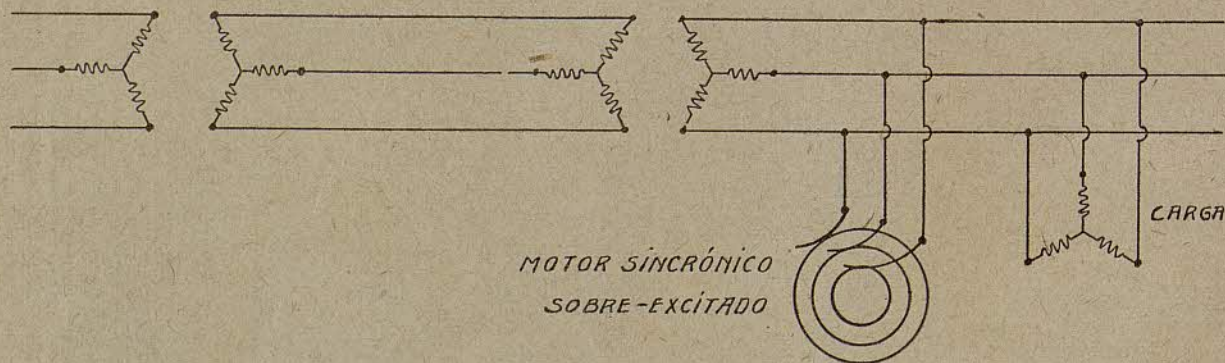


Fig. 4



Para calcular para una misma carga, coseno  $\Phi$  0'85 y tensión de recibo 110 KV. los efectos que sobre la tensión y carga en la central generadora tiene la adición de K V A adelantados o atrasados en la central de recibo, o lo que es lo mismo, la modificación del factor de potencia en la misma, puede hacerse añadiendo distintos K V A del compensador. En las líneas representativas de estos resultados hay dos puntos característicos, el punto de ninguna compensación y el de compensador necesario para un coseno  $\Phi$  igual a la unidad, el primero se deduce de los cálculos anteriores y el segundo se puede calcular como sigue :

Carga de recibo 30000 kw.  
Amperios línea  $I_r = 158 + j 97'6$

La componente fuera de fase es de 97'6 en retraso, las de adelanto del condensador ha de ser 97'6 la capacidad del mismo.

$97'6 \times 110 \times 1'73 = 18567$  KVA.  
la corriente de la línea.

$I_L = 158 + j 97'6 - j 97'6 = 158$ :  
la tensión en el generador.

$e_g = 61700 - j 1327 + (51'06 - j 104'26) \times 158 = 71950$ .  
 $E_g = 124000$  volts. aproximadamente en lugar de 140000 que había sin compensador.

Calculando para distintas cargas puede formarse la siguiente tabla :

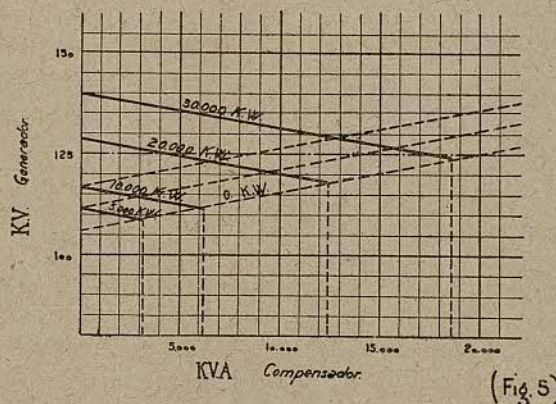
TABLA N.º II

Cos.  $\Phi$  EN LA RED 0'85, TENSIÓN DE RECIBO 110 KV.  
Cos.  $\Phi$  CONSTANTE DE RECIBO: 1

Carga	K V Tensión en la línea		K. V. A. Condens.	
	Gener.	Rec.	Adel.	Atras.
	125	110		20000
5000	100'2	110	3100	
10000	111'7	110	6194	
11500	113	110	7100	
20000	118	110	12400	
30000	124	110	18460	

La fig. 5, es la representación gráfica de estos resultados.

Líneas representativas de la variación del voltaje en el generador para distintos KVA compensados en el receptor  
Tensión de recibo 110 KV.



Obtenidos valiéndonos de la fig. 5 los KVA. adelantados o atrasados, necesarios para tener la tensión que se quiere en el generador se puede conseguir el régimen de regulación  $\frac{E_g}{E_r} = \text{constante}$  para distintas cargas de consumo.

Fijemos para la tensión en la estación generadora 125,000 voltios y calculemos el rendimiento, factor de potencia y carga en la estación generadora con los datos establecidos en la estación receptora.

CARGA EN LA ESTACIÓN RECEPTORA EN 30,000 KW.  
K V A NECESARIOS: 17,600 ADELANTADOS

$$I_c = \frac{17600}{1'73 \times 110} = 92'6; \quad I_c = \pm j I_c$$

Corriente de carga

$$I_L = 186; \quad I_L = 158 + j 97'6$$

La corriente combinada de recibo

$$I_r = I_L + I_c = 158 + j 97'6 - j 92'6 = 158 - j 5'0$$

$$I_r = \sqrt{158^2 + 5^2} = 158'1$$

La tensión del generador

$$e_g = 63500 (0'9738 - 0'02091) + (51'066 - j 104'26) (158 + j 5'0) = 125000 \text{ v.}$$

La corriente del generador

$$I_g = (158 + j 5) (0'973 - j 0'0209) + 63500 (0'000112 - j 0'000056) = 161,1 - j 33,094 = 164'9.$$

La potencia

$$P_g = 35520 \text{ kw.}$$

$$P_g \text{ kva.} = \sqrt{3} \times 164'9 \times 125000 = 35600 \text{ kva.}$$

El factor de potencia

$$\text{Cos. } \Phi_1 = \frac{35520}{35600} = 0'997$$

El factor de potencia de la estación receptora es

$$\frac{158}{158.1} = 0.995$$

Rendimiento de la línea

$$\frac{30000}{35520} \times 100 = 0.85$$

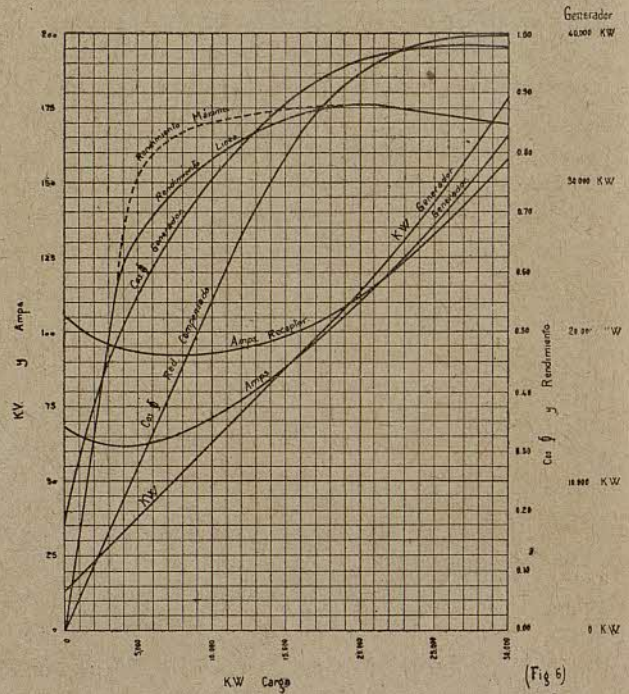
El resultado de cálculos análogos para distintas cargas está indicado en la tabla III y fig. núm. 6.

TABLA N.º III

TENSIÓN CONSTANTE EN EL GENERADOR 125 KV.  
TENSIÓN CONSTANTE EN LA ESTACIÓN RECEPTORA 110 KV.

KW. carga	KV. A. Comp.		KW. A.		KW.		Amps.		Factor de pot. <sup>a</sup>			Rdmt. línea
	Adel.	Atras.	Gen.	Rec.	Gen.	Rec.	Gen.	Rec.	Gen.	Red.	Red + comp.	
			20000	14500	20680	2780	67.5	105	0.19			
5000			13900	13400	17750	7590	61.8	93.2	0.562	0.85	0.282	0.661
10000			8600	15437	17850	12620	71.4	93.7	0.754	0.85	0.557	0.69
20000	4500		23800	21400	22671	17900	112.4	112.4	0.952	0.85	0.939	0.88
30003	17600		35600	30020	35502	16490	158	158	0.977	0.85	0.999	0.85

Curvas de la línea de transmisión con compensador, suponiendo en el generador una tensión de 125 KV. y en la estación receptora de 110 KV



FRANCISCO TORRA HUBERTI  
Ingeniero Industrial

## AERONÁUTICA MADERAS ESPECIALES PARA LA CONSTRUCCION DE AEROPLANOS

ESTE asunto ha sido el objeto de un estudio original de M. Horace E. Thomas. Los abetos de los Estados de Washington y del Oregón son muy estimados en particular, y los inmensos bosques que producen esta madera son objeto de una explotación bien organizada y que produce ya resultados excelentes.

La única variedad de los abetos apropiada para la construcción de los aeroplanos es el «sitka», que reúne en alto grado las cualidades de ligereza y resistencia. El sitka es un árbol gigante, cuyo tronco alcanza un diámetro de 3 a 3.50 metros, y su altura varía de 50 a 55 metros, con ramas que arrancan del tronco a unos 23 a 25 metros.

Se abaten los mejores ejemplares para utilizarlos para la aviación, de los cuales se extraen hojas o planchas de 12 metros de longitud, 5 centímetros de espesor y de una anchura mínima de 15 centímetros.

Un biplano de mediano tamaño consume para su

construcción unos 50 metros; pero si se tienen en cuenta los desperdicios, pasan de 240 metros (algunos necesitan hasta 720 y 730 metros, esperando reducir estos números a 180).

El destacamento militar encargado de esta explotación tiene su residencia en Portland (Oregón) y está al mando de un coronel; comprende nada menos que 10,000 hombres. Ha empezado sus trabajos en noviembre 1917, con 3,000 hombres, habiendo tenido que luchar al principio con numerosos actos de sabotage, como deterioraciones de material e incendios de bosques, etc. Gracias a las buenas medidas adoptadas por la superioridad, ha cesado el sabotage, la producción ha cuadruplicado y los gastos generales de explotación han quedado reducidos en grandes proporciones. En lugar de cincuenta días, las maderas son trasladadas a la costa en diez días y la actividad desarrollada por todos los servicios es tan grande que emplean 400 vagones para los transportes.

## EFECTO DE LA RESISTENCIA DEL AIRE EN LA MARCHA DE LOS TRENES

EN el número del 16 de mayo de 1919, la revista *The Engineer* publica un artículo de M. G. F. Dendy Marshall sobre las formas exteriores del material de ferrocarriles que sería conveniente adoptar para disminuir todo lo posible la resistencia del aire. Este artículo presta de nuevo actualidad a una cuestión muy debatida hace tiempo y que se dejó luego a un lado por no poseer suficientes datos experimentales para resolverla.

El autor empieza por recordar los esfuerzos encaminados a dar una forma más racional a la parte anterior de las locomotoras, hechos años atrás. Hace ya veinticinco años que M. Drummond había dado a la puerta de la caja de humos de algunas locomotoras de la «South Western Ry» la forma cónica, siendo seguido este ejemplo por la Compañía de P. L. M. que dió la forma de cuña a toda la parte frontal de sus locomotoras para trenes rápidos. Ninguna de estas tentativas ha dado resultados prácticos, debido a que en tal época la teoría de la resistencia del aire al movimiento de los cuerpos estaba muy incompleta. El cono antepuesto a la punta de la caja de humos ocupa en realidad el sitio de un hemisferio aplanado de aire relativamente tranquilo rechazado por la puerta ordinaria de centro abombado.

Si el cono ocupa mayor espacio que dicha zona de aire tranquilo, no servirá sino para aumentar todavía más la resistencia del aire sobre las superficies frontales de la locomotora exteriores a dicho cono. Todas las demás formas, más o menos complicadas, propuestas para la cara anterior de las locomotoras, no han dado ningún resultado práctico, pues no hacen sino substituir superficies inclinadas a otras perpendiculares a la dirección del viento, lo cual, además de no ofrecer ventaja alguna apreciable, puede presentar el inconveniente en determinadas circunstancias de velocidad y dirección del viento, de aumentar la presión sobre los carriles.

Gracias a los trabajos efectuados para el progreso de la aeronáutica, hoy día puede emprenderse nuevamente esta cuestión sobre una base más sólida.

La importancia de la resistencia frontal del aire sobre la locomotora es capital a grandes velocidades. La potencia necesaria para vencerla aumen-

ta proporcionalmente al cubo de la velocidad relativa del viento, que puede exceder a menudo de 160 kms./h. La expresión que da la resistencia del aire sobre una superficie animada de una velocidad relativa  $V$  es de la forma:

$$R = K A V^2$$

Según los experimentos de M. Eiffel, la succión posterior alcanza aproximadamente una tercera parte de aquel valor, por lo cual deberemos contar como resistencia-frontal, solamente  $\frac{2}{3}$  de  $R$  y la potencia correspondiente será:

$$P = \frac{2}{3} K A V^2 \times V = \frac{2}{3} K A V^3$$

Con esta fórmula hemos trazado el diagrama adjunto que da el número de caballos consumidos por la resistencia frontal del aire sobre una superficie de 1 m.<sup>2</sup> a velocidades relativas crecientes hasta 160 kms./h. A tal velocidad la potencia absorbida alcanza unos 65 HP.

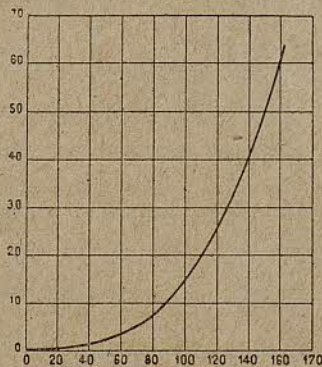


Fig. 1

Conociendo la velocidad del tren, la velocidad y la dirección del viento, fácilmente puede determinarse la velocidad relativa  $V$ ; si la velocidad del tren es de cerca 120 kms./h., la velocidad relativa alcanzará fácilmente 160 kms./h., o sea una velocidad del orden de las consideradas en el estudio de los aeroplanos, y como que la práctica de los aeroplanos ha demostrado cuáles eran las formas más apropiadas para lanzar un cuerpo a través del aire a gran velocidad, no tendremos que hacer sino

seguir los consejos de la aeronáutica sobre este particular. El frontis debe presentar la forma perfectamente redondeada, debiendo notar que la forma cónica o en cuña con gran ángulo de ataque no es, ni con mucho, el ideal.

Es preciso, ante todo, suprimir cualquier presión de superficie plana perpendicular a la dirección del movimiento, reducir las salientes y dar a la superficie exterior una curvatura paralela a la que toman naturalmente los flujos de aire.

Resulta, felizmente, que en las cajas de humos de gran longitud que presentan las locomotoras modernas podemos cumplir aquellas condiciones sin que el aspecto se resienta gran cosa. Consideremos una caja de humos de 1.75 m. de diámetro con una sección recta de 2.40 m.<sup>2</sup> Con la ligera curvatura de las puertas actuales, la cara anterior se presenta como una superficie normal al viento y el único efecto de esta curvatura es trasladar la presión sobre el anillo plano que rodea la puerta; la potencia absorbida a 120 kms./h., debida a esta resistencia es de unos 70 HP. Puede reducirse esta cifra fácilmente en notables proporciones.

Reduzcamos el anillo plano que rodea la puerta, al mínimo, lo suficiente para su fijación, como se indica en la figura 2; supongamos que hemos reducido de este modo el diámetro de 1.75 m. al de 1.45 metros con la cual hemos reducido la superficie frontal de 0.75 m.<sup>2</sup> y el aire comprimido por la superficie curva de la puerta tiene fácil salida, la potencia absorbida a 120 kms./h. habrá quedado así disminuída de unos 22 HP. Nada parece oponerse a esta modificación; podemos fijar las charneras sobre la puerta, así como el volante y manecilla centrales para el cierre ordinario. Pero podemos mejorar todavía esta disposición. Demos a la curvatura de la puerta un radio de menos de 1 m. en lugar de un radio de 2.40 m. como se hace corrientemente; con sólo esto habremos obtenido un contorno excelente para despedir libremente el aire rechazado por el frontis. M. Eiffel ha encontrado que un cilindro terminado por una semi-esfera ofrecía una resistencia igual a  $\frac{1}{3}$  de la que tendría el mismo cilindro terminado por una superficie plana. De este modo podemos economizar todavía unos 55 HP. a la velocidad de 120 kilómetros. Es cierto que con ello se aumenta la presión del aire sobre los elementos de la máquina situados debajo de la caja de humos; pero este efecto tiene poca importancia.

La figura 3 representa una caja de humo así dispuesta. Nótese el modo como se ha previsto el cierre de la puerta. La tangente a la curva de la puer-

ta en el arranque forma un ángulo de 60° con la horizontal y, por consiguiente, el asiento de la puerta forma un ángulo de 30° con la vertical. El borde de la puerta se ajusta sobre un arco de acero moldeado, fijado al interior del anillo de plancha que forma la caja de humos, cuya superficie terminal cónica presenta una inclinación de 60° respecto de la vertical. Según se ve en la figura 3, el contacto de la puerta con su asiento queda casi reducido a una línea, lo que permite un cierre mucho más perfecto.

La charnera debe ir remachada sobre la puerta a una distancia suficiente del borde para que con su rigidez no disminuya la elasticidad del contorno, y lo mismo debe decirse del forro que lleva la puerta al interior para su protección.

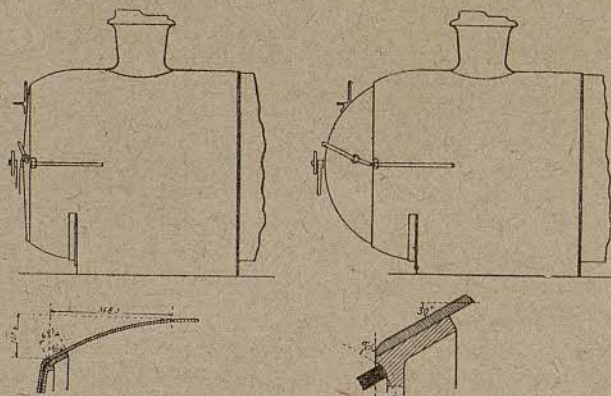


Fig. 2

Fig. 3

En varias Compañías de ferrocarriles europeos se ha adoptado esta forma curvada bastante pronunciada, pero se ha conservado siempre un anillo plano alrededor de la puerta; de este modo se perdía lo que se ganaba con la adopción de aquella disposición, ya que la forma de la puerta no hacía más que aumentar la presión del aire sobre el contorno plano sin contar los remolinos que se producían en el ángulo entrante formado por la unión de las superficies plana y curva o cónica.

Esta sujeción de las formas exteriores de las locomotoras a la mejor disposición para facilitar la expulsión del aire comprimido por la marcha de la locomotora puede llevarse todavía más adelante. Tomemos como ejemplo la traviesa delantera de la máquina en la que van fijados los topes. Podemos reducir su altura a la de los florones de los topes y reducir su anchura a la justa ocupada por dichos florones, para alcanzar la anchura total de la plataforma a unos 75 centímetros más atrás de la travie-

sa por medio de una superficie de enlace de ligera curvatura. Con esto ganaríamos todavía 8 HP.

Las tapas delanteras de los cilindros pueden presentar igualmente una forma parecida a la de la puerta de la caja de humos, lo que además de la disminución de la resistencia, ofrecería la ventaja de disminuir las pérdidas de calor por convección. El «dôme» o campana de toma del vapor no presenta una forma mala para la resistencia, pero podría mejorársela probablemente prolongando su envoltura por la parte posterior unas dos o tres veces su diámetro para suavizar la salida del aire. En general, en todos los puntos en que existe un cambio de la sección transversal de la locomotora, hay que evitar las aristas entrantes que retienen el aire. Por lo que respecta a la marquesina del personal de la máquina, resulta difícil dar indicaciones precisas, pero hay que evitar en lo posible las superficies expuestas al viento y redondear el enlace del techo con las paredes laterales. Hay que citar como acertada la forma inclinada dada por la Compañía P. L. M. a la marquesina de sus máquinas, con sus vidrios de mira en forma de paralelogramo, con todo lo cual se disminuye la resistencia y se aumenta la visión.

El tender debe tener la misma anchura y la misma altura que los coches que le siguen, y sería conveniente protegerlo superiormente contra el viento por medio de planchas lisas. La superficie superior actual de los tenders es defectuosa, y si no tienen la altura del coche siguiente, éste presenta al viento una superficie frontal de resistencia considerable. Los coches deberían tener todos la misma anchura

con las superficies longitudinales exteriores lo más lisas y uniformes posible y con las aberturas poco entrantes. Por otra parte, es ventajoso también que el espacio entre dos coches consecutivos sea el mínimo, o a lo menos que se disminuya su influencia perjudicial por medio de prolongaciones de las caras verticales y techos hasta llegar casi a tocarse los de un coche con el siguiente. Podrían, además, revestirse las caras de las cajas de los acumuladores, de superficies curvadas lo mismo que las tapas de los cilindros del freno.

Pasemos, finalmente, a la parte posterior del tren. Desgraciadamente, en ella no es posible aportar grandes modificaciones; pero es probable que valdría la pena de que el furgón de cola fuese del tipo de dos «bogies» y cuyo testero posterior afectase una forma redondeada parecida a la extremidad de un dirigible.

Podemos citar como ejemplos de disminución de la resistencia frontal, los resultados de los ensayos efectuados por la Comisión encargada de estudiar la forma más apropiada para la delantera de los tranvías eléctricos (Nueva York, 1906). Para velocidades comprendidas entre 65 y 130 kms./h. la forma parabólica no presenta más que la mitad de la resistencia que ofrece la forma normal de los coches americanos, y con la cara delantera absolutamente plana se encuentra una resistencia de 180 por 100. Con el coche de ensayo no se pudo pasar de 80 kilómetros con la superficie frontal plana, habiendo podido alcanzar 120 kilómetros con la forma parabólica.

---

## QUÍMICA INDUSTRIAL

---

# NUEVO TRATAMIENTO DEL CAUCHO

**L**A «Titanium Alloy Manufacturing C.º» ha hecho patentar recientemente un procedimiento para comunicar al caucho excepcionales cualidades de resistencia y tenacidad.

Se funda en el descubrimiento de la propiedad que posee el titano, empleado al estado de combinación química y preferentemente en la forma de ácido titánico [Ti O<sub>2</sub>], de comunicar al caucho cua-

lidades características ventajosas según se le incorpore durante la vulcanización, o antes o después.

Si se trata de un caucho que no deba vulcanizarse, lo mejor es añadirle ácido titánico durante el laminado. Si, por el contrario, se trata de caucho vulcanizado, vale más mezclar el azufre con el ácido titánico incorporando esta mezcla al caucho.

# CONSTRUCCIONES INDUSTRIALES

SOBRE LA CAUSA DE LA ADHERENCIA ENTRE EL HORMIGÓN Y EL HIERRO EN LAS CONSTRUCCIONES DE HORMIGÓN ARMADO <sup>1</sup>

La adherencia entre el hierro y el hormigón constituye el factor esencial de la resistencia del hormigón armado. Sin embargo, la causa de esta adherencia, lo mismo que las consecuencias que de ella se desprenden, parecen desconocidas.

Se atribuye esta adherencia a una especie de encolado del cemento y del hierro, análogo al del mortero con los ladrillos. Con todo, la experiencia no nos confirma tal hipótesis: echando hormigón de cemento sobre una placa de hierro, la adherencia que se desarrolla dista mucho de alcanzar el valor que adquiere en el hormigón armado; además, depende esencialmente del estado de la superficie del hierro; en particular cuando esta superficie es lisa y untuosa, la adherencia es nula. Experimentos efectuados con barras revestidas completamente por hormigón, demuestran por el contrario que la adherencia sub-

siste aun cuando las barras estén pintadas y engrasadas; es evidente que en estos casos no puede atribuirse la hipótesis de un encolado del hierro al hormigón.

Es sabido que durante el fraguado el hormigón se contrae; la barra de hierro que se encuentra en su interior queda, pues, comprimida por la contracción del hormigón, y si se trata de retirarla, quedará retenida por la fricción.

El cálculo de la adherencia-fricción da valores aproximados a los obtenidos por la experiencia; ésta muestra, además, que la adherencia así como la contracción del hormigón aumentan con el tiempo.

Hay, pues, que atribuir capital importancia a la determinación del coeficiente de contracción del hormigón. M. V. Karpen ha tomado para sus cálculos el valor de 0,0003.

<sup>1</sup> De una nota de M. V. Karpen, presentada por M. Lippmann a «l'Academie des Sciences» el 7 julio de 1919.

---

## MECÁNICA

### EL ENGRASE DE LOS MOTORES DE AVIACIÓN POR MEDIO DEL ACEITE MINERAL

HASTA hace poco el aceite de ricino era considerado como el engrase por excelencia para los motores de aviación, debido a poseer una viscosidad considerable que se conserva a alta temperatura, un punto de inflamación elevado y punto de congelación muy bajo. A todas estas cualidades hay que añadir la indicada por M. Boyer: procurar un aumento de rendimiento del motor, resultado de los hechos siguientes: la descomposición del aceite de ricino por el calor produce glicerina y ácidos grasos, y éstos, al atacar el metal, forman jabones metálicos que producen el

ajuste perfecto entre el pistón y el cilindro. Es evidente que esta cualidad tiene su contra, y es que al cabo de un corto espacio de tiempo, el metal atacado queda con su superficie grabada y el desgaste del motor resulta considerable.

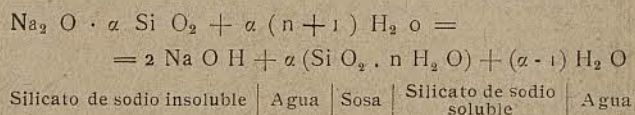
M. Boyer ha tratado de reemplazar el aceite de ricino por aceites minerales (que son muy estables) que contengan las cualidades de aquél sin sus inconvenientes, habiendo obtenido aceites algo menos densos que el de ricino un punto de inflamación y fluidez comparables; sin embargo, el punto de congelación resulta algo más elevado.

# FABRICACIÓN DEL VIDRIO SOLUBLE

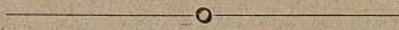
EL vidrio soluble o silicato de sodio, es susceptible de numerosas aplicaciones. Puede emplearse para cargar los jabones, barnices y y sedas, como pintura al agua, para la obtención de piedras artificiales y masillas, en estereocromía para la preparación de los aprestos, en el estampado de telas, en el blanqueo (asociado al agua oxigenada). Para todas estas aplicaciones conviene bajo la forma de disolución en agua. Esta solución es espesa y viscosa; separa fácilmente un poso de sílice gelatinosa al contacto del aire, conservándose, por consiguiente, difícilmente. Sin embargo, a pesar del nombre de vidrio soluble que se le ha dado, el silicato de sodio debe prepararse de cierta manera para que resulte soluble en el agua, la cual a su vez no es fácil de preparar. Exige una prolongada calefacción en agua bajo presión. Ha constituido hasta ahora un monopolio de tres o cuatro fábricas europeas.

M. M. Caveño se ha dedicado a buscar la solución de esta fabricación y ha llegado a obtener excelentes resultados logrando fabricar un silicato de sodio fácil de disolver, con el objeto de obtener una disolución buena de emplear.

El autor muestra que, para que el silicato de sodio sea fácilmente soluble en el agua, debe haber sido ya disuelto una vez. La reacción es la siguiente:

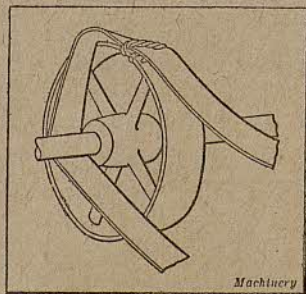


Basta calentar el silicato anhidro, insoluble, preparado por vía seca (fusión a elevada temperatura de una mezcla de sales de sosa y de sílice), con agua (25 a 38 de agua por 100 de silicato); debe empujarse por 70°, para llegar finalmente los 100° al cabo de cuatro horas de caldeo. El producto que se obtiene es sólido e inalterable al aire. Pulverizado, se disuelve fácilmente en todas proporciones en el agua tibia. Este nuevo procedimiento, mucho más económico que el antiguo, evita, por lo tanto, el transporte del peso muerto del agua de la solución y elimina el peligro de su alteración durante su empleo, durante el transporte y durante su conservación.



## MANERA DE COLOCAR LAS CORREAS TENSAS EN LAS POLEAS

CON frecuencia se experimenta considerable dificultad cuando se quiere poner una correa tensa en una polea, y como que en la mayoría de los casos éstas están situadas a alguna altura, además de la dificultad, existe también peligro, aunque para estos casos se utilicen ganchos y otros dispositivos análogos. No hace mucho tiempo, el autor de este artículo vió la manera de colocar una correa en una polea por medio de un trozo de cuerda,



Manera de emplear una cuerda para colocar una correa tensa en una polea.

de un modo simple y eficaz y libre de todo peligro.

Primeramente se aplica la correa a la llanta de la polea transmisora por su sitio de entrada, arrollándose una cuerda alrededor de la llanta de la polea y por encima de la correa dando la vuelta la cuerda hasta que esté en contacto con la llanta de la polea, quedando los extremos de dicha cuerda completamente prisioneros entre la correa y la polea, tal como se ve en el adjunto grabado.

Al girar la polea transmisora, la cuerda mantiene fija a la correa evitando que ésta se escape.

Cuando haya dado media revolución, se comprende fácilmente que la cuerda caerá por su propio peso, dejando bien colocada la correa en su sitio.

# Bibliografía

*Cours d'Electrotechnique générale et appliquée del Instituto Electrotécnico de Lille.*—Cálculo, construcción y ensayos de una dinamo de corriente continua, por F. Nègre, Ingeniero encargado de las Conferencias técnicas en el Instituto electrotécnico de Lille, y P. Beauvais, Profesor de la Escuela de Artes y Oficios, encargado de la clase de Tecnología eléctrica del Instituto Electrotécnico de Lille.—Un volumen en 8.º (16 × 25 cm.), con 302 figuras en el texto.—Precio en rústica: 15 frs. (aumento del 50 por 100).

Esta obra es la primera del curso de Electrotécnica aplicada del Instituto electrotécnico de Lille.

Expone un método claro y racional de cálculo y construcción de una dinamo de corriente continua.

Después de un capítulo dedicado a los materiales y a sus ensayos, los autores describen los órganos de una dinamo con el utillaje necesario para su ajuste: armadura, árbol, colector, escobillas, justas-escobillas, sistema inductor, cojinetes, órganos de transmisión.

Exponen luego un método general de cálculo acompañado de cuatro proyectos, uno de ellos de una turbo-dinamo; después del estudio de las pérdidas y cálculos de los rheostatos, indican los ensayos que se practican en la industria con una dinamo construída.

La tecnología y la técnica guardan paralelismo en esta obra y ninguna de las dos queda postergada por la otra.

Gran número de ejemplos y aplicaciones facilitan la comprensión de los métodos expuestos.

Este libro será de gran utilidad a los Ingenieros electricistas y a los alumnos de las Escuelas de Ingenieros, Institutos técnicos, así como a los alumnos de nuestras Escuelas industriales, etc.

«*Cours d'Electrotechnique générale et appliquée*».—*La Corriente alterna*.—Generalidades.—

Bobinas y transformadores.—Líneas de transmisión.—Sobretensiones, por R. Swyngedauw, Profesor de física y de electricidad industrial de la Facultad de Ciencias, Director del Instituto Electrotécnico de Lille.—Un volumen en 8.º (16 × 25 centímetros), con 234 figuras en el texto.—Precio en rústica: 17'50 frs. (aumento del 50 por 100).

Esta obra trata primeramente de las propiedades de la corriente alterna dependientes exclusivamente del período, pasando luego al estudio de los métodos propios de la forma sinusoidal; la descomposición de Fourier en armónicos, corrientes proli-fásicas, bobinas y transformadores, convertidores estáticos y contadores.

En la 2.ª parte, que contiene unas 250 páginas, el autor la ha dedicado sobre todo al estudio de las líneas y de las sobretensiones; estudia sucesivamente los fenómenos de capacidad, de self-inducción, el efecto Kelvin, los accidentes de sobretensiones posibles en las redes de pequeña y de grande extensión, producidos por ondas estacionarias o móviles, por oscilaciones diversas ocasionadas por el cierre o apertura de los interruptores, tempestades, etc. Todos los hechos precisos e instructivos, deducidos de la experiencia en las redes establecidas, se han anotado cuidadosamente y se examinan los medios preventivos en cada caso particular.

Este libro no es solamente un libro para los alumnos, sino que sacarán de él gran provecho los ingenieros y prácticos a los que estos fenómenos de sobretensiones reservan tan desagradables sorpresas.

Dos tipos de caracteres se han empleado para la impresión; unos, de mayor tamaño, que son los que deben leerse en la primera lectura del libro; los otros, más pequeños, contienen las consideraciones más profundas y que necesitan detenido estudio, y sus conclusiones importantes para los prácticos destacan por eso en caracteres itálicos.