

tal para el conocimiento de las propiedades de un metal. Todos tienen, por lo menos, dos: la fusión y la volatilización, que corresponden á dos cambios de estado.

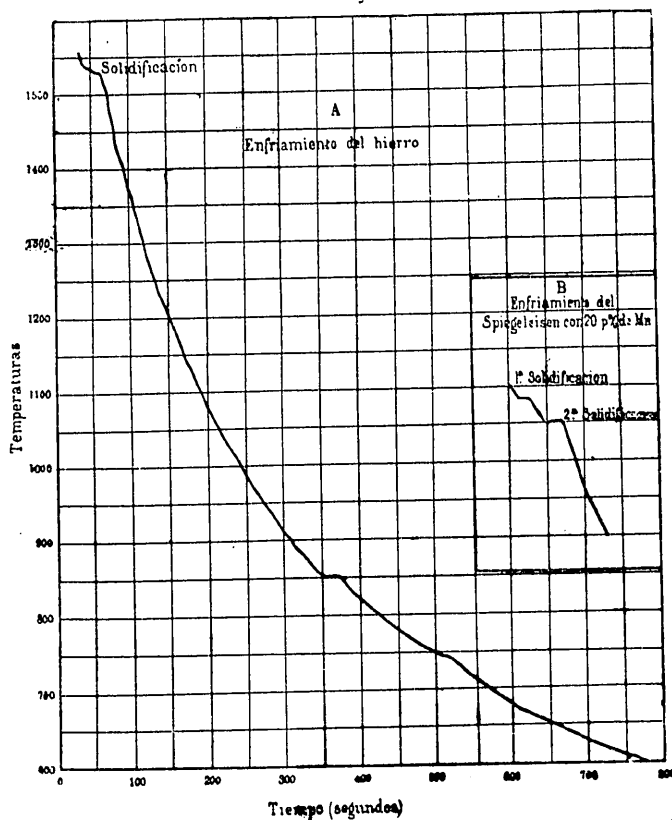
Otros cuerpos, mucho más numerosos de lo que generalmente se cree, poseen otros puntos de transformación, que se llaman cambios alotrópicos ó isómicos; según se trate de cuerpos simples (hierro, níquel, cobalto, azufre) ó de cuerpos compuestos (ioduro de plata, nitrato de potasa, etc.)

Hierro.—Si, por ejemplo, se deja enfriar hierro puro á partir del estado de fusión y se traza la curva de temperaturas en función del tiempo, se notan tres puntos en que disminuye la velocidad del enfriamiento. El primero, hacia 1.530° , corresponde á la solidificación; el segundo, hacia 860° , y el tercero, entre 750° y 700° , corresponden á dos transformaciones alotrópicas.

Si en vez de cuerpos simples ó compuestos, pero homogéneos, se estudian otros complejos, formados por varios, estas mezclas ó aleaciones tendrán, en general, tantos puntos de solidificación como elementos constituyentes, sin hacer mención de las transformaciones alotrópicas ó isoméricas posibles en cada elemento.

Así, por ejemplo, un Spiegeleisen con 20 por 100 de manganeso tiene dos puntos de solidificación, uno hacia 1.085° y otro hacia 1.050° , los cuales corresponden, según lo ha demostrado el profesor Martens en un metal de la misma familia, á dos constituyentes diversos, un carburo definido y una solución sólida del mismo carburo, más ó menos disociado, en una mezcla isomorfa de los metales aleados.

Fig. A y B.



Este ejemplo indica cómo la micrografía, auxiliada por la química, sirve para interpretar las curvas de enfriamiento y dar significación precisa á estos puntos singulares, siempre tan importantes.

(Se continuará.)

FERNANDO GARCÍA ARENAL.

LAS LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS ⁽¹⁾

SISTEMA J. HEILMANN.

II

En vista de los ensayos realizados con la locomotora eléctrica, descrita en el número anterior, de los que hablaremos en otra ocasión, convenía hacer una aplicación más extensa del sistema. Las experiencias llevadas á cabo en un recorrido de 2.000 kilómetros, descubrieron algunas imperfecciones de detalle y mostraron un cierto número de mejoras posibles.

Se decidió, por tanto, la construcción de dos nuevas locomotoras, sujetas á un pliego de condiciones redactado por la Compañía del Oeste (Francia).

Estas nuevas locomotoras (2) presentan la misma disposición general, adoptada en la primera, pero sus diversos elementos son enteramente diferentes. Las nuevas locomotoras tienen un aspecto de ligereza, de que carece la antigua.

Las modificaciones que se han hecho tienen por objeto:

1.º Aumentar la potencia total de la locomotora, y por consiguiente, su potencia específica, quedando la carga por eje limitada á 15 toneladas, siendo el peso total de 120 toneladas.

2.º Mejorar la suspensión de los motores.

3.º Reemplazar la máquina de vapor horizontal por otra que funcionase sin vigilancia, dejando libre la circulación en toda la longitud de la sala de máquinas.

4.º Llevar á los aparatos de maniobra algunos perfeccionamientos que la experiencia había mostrado eran convenientes.

El aumento de la potencia específica resulta:

a) De la sustitución de la caldera Lentz, por una caldera ordinaria de locomotora.

b) Del empleo de material eléctrico más compacto y de generatrices con inducido dentado.

c) De un estudio general más preciso referente á la cuestión de los pesos.

La máquina de doble efecto se sustituyó por una de simple efecto, sin disminuir la potencia específica; pues se aumentó en $\frac{1}{6}$ la presión inicial y en $\frac{1}{3}$ próximamente la velocidad.

Examinemos uno por uno sus elementos.

Caldera.—La caldera del tipo de Lentz, empleada en la primera locomotora, aunque funcionaba bien, daba una débil producción de vapor con relación á su peso. En la nueva se adoptó el tipo ordinario de calderas de locomotoras (fig. 14), con hogar Belpaire, y una vaporización de 13.000 litros de agua por hora, en vez de los 9.000 á 10.000 de la primera, teniendo un peso específico menor.

Las dimensiones principales son:

Superficie de caldeo, hogar.. . . .	16,47 m. ²
— de los tubos.	169,00 »
<i>Superficie interior total.</i>	
	185,47 »
Superficie de parrilla.	3,34 »
Número de tubos.	351
Diámetro interior de los tubos.	45 m/m
Longitud de los tubos entre placas.	3.800 »
Timbre.	14 kilogs.

(1) Véase el número anterior.

(2) Se publicará la vista general de la locomotora en el número próximo.

La caldera es de hierro y el hogar de cobre. El tiro se efectúa por medio del escape de las máquinas de vapor, como en las locomotoras ordinarias.

Las provisiones de carbón y agua de 4, 5 y 7 toneladas respectivamente, son menores que en la primera, pues eran de 6 y 12; la nueva locomotora puede llevar á continuación un furgón-ténder, conteniendo ocho toneladas de agua, con objeto de que ésta no falte en los largos recorridos efectuados sin detención. La alimentación está asegurada por dos inyectores Friedman.

El espacio restante de la plataforma, no ocupado por la caldera y depósitos de agua y carbón, forma con la envolvente de palastro una cámara cerrada ó sala de máquinas, figs. 15 y 16, terminada en una especie de proa. Esta sala está ocupada casi por completo por el grupo electrógeno, compuesto de un motor de vapor y dos dinamos, existiendo de cada lado un pasillo que permite ir del puesto ordinario del maquinista al del fogonero. En

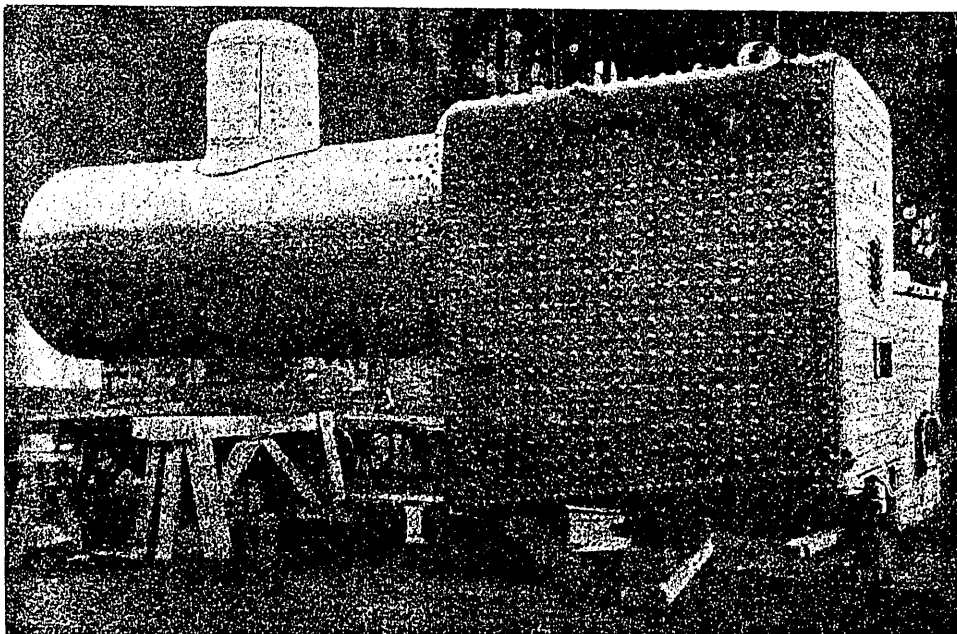


Fig. 14.

la primera locomotora eléctrica ambos puestos no tenían comunicación entre sí.

Máquina de vapor principal.—El motor de vapor era lo que constituía la parte débil de la primera locomotora, porque á causa de adoptar la disposición horizontal para

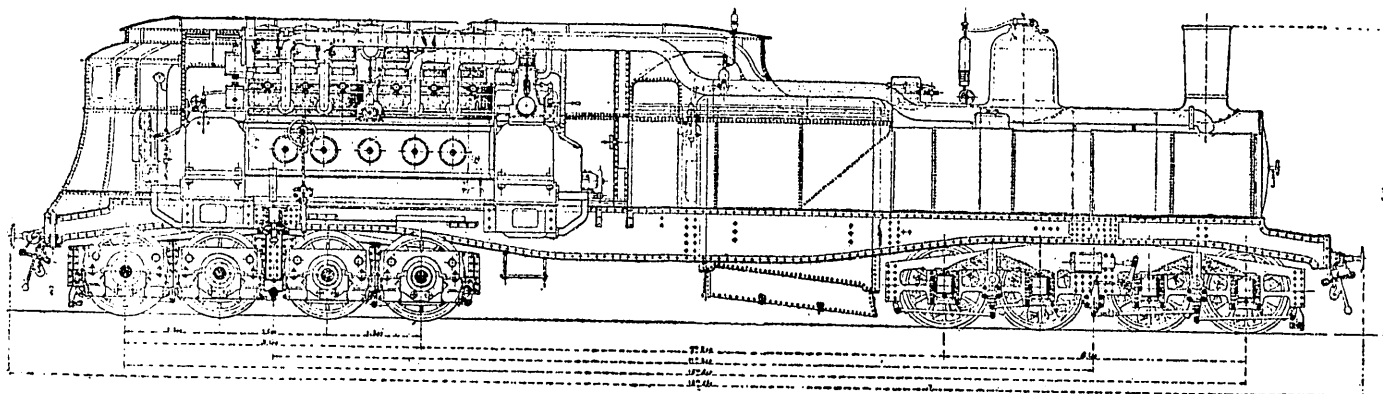


Fig. 15.

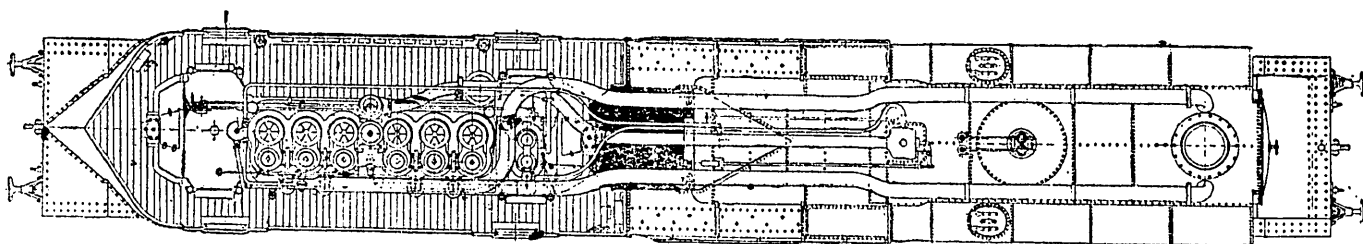


Fig. 16.

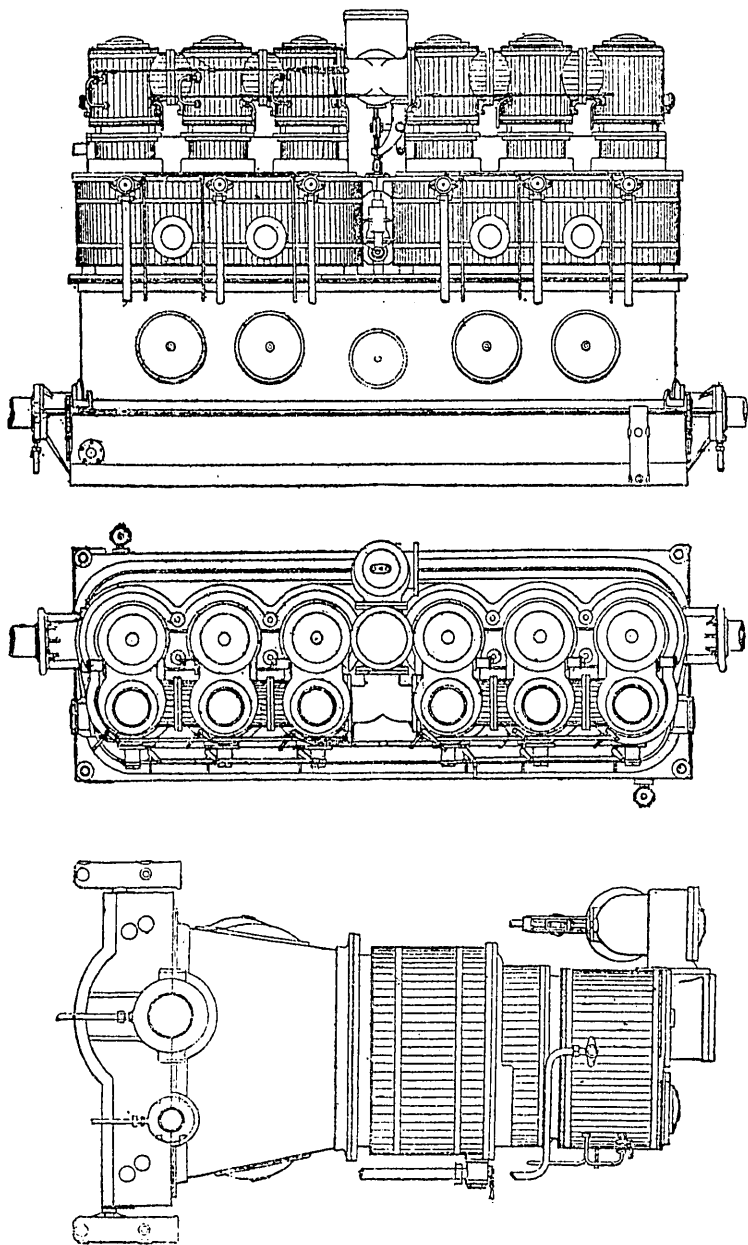
los cilindros, no se les pudo dar el desarrollo necesario para alcanzar una potencia efectiva superior á 600 caballos.

En la nueva locomotora el motor de vapor pertenece al tipo pilón, completamente equilibrado, y compound; con los cilindros en tandem, funcionando á simple efecto y á una presión de 14 kilogramos.

Se compone de seis líneas verticales de cilindros tandem, con sus manivelas, acunadas sobre el eje motor, á 120° una de otra. El conjunto está representado por las

figuras 17, 18 y 19. Las seis bielas y manivelas están encerradas en una envolvente protectora de palastro, de 1,15 metros de altura, conteniendo en su interior un baño de aceite, en el cual giran los órganos móviles. Registros dispuestos en la envolvente permiten examinar la marcha de la parte móvil. La distribución que en las máquinas «Willans», sistema á que pertenece la que describimos, es generalmente central, se efectúa en este motor lateralmente por medio de seis dobles distribuidores cilíndricos, los superiores para la alta presión y los inferiores para la

Figs. 17, 18 y 19.



baja, colocados al lado de los cilindros correspondientes, quedando estos órganos rodeados por la misma envolvente calorífuga de madera. En las figuras 17 y 18 se ven los distribuidores en la parte delantera y en la 19 á la derecha. Están accionados por un eje, paralelo al principal, y del cual recibe el movimiento por medio de un engranaje.

Las principales constantes de la máquina son:

Longitud.	3.500 milímetros.
Ancho.	1.500 —
Altura.	2.400 —
Diámetro de los cilindros (superiores).	300 —
Idem de los id. (inferiores).	480 —
Carrera común del pistón.	400 —
Velocidad normal.	400 vueltas por m.
Potencia efectiva.	1.350 caballos.
Altura del eje sobre la plataforma..	300 milímetros.

Delante de la última línea de cilindros hay una pequeña máquina de vapor de acción directa, que mueve una bomba Westinghouse, que proporciona el aire comprimido para el manejo de los frenos.

El vapor lo toma directamente del regulador colocado sobre la caldera.

Hemos dicho que el motor vertical de vapor empleado

era completamente equilibrado; en efecto, al adoptar un motor horizontal, en el que el árbol es normal al eje de la vía, la condición del equilibrio ya no es más necesaria que en las locomotoras corrientes. Pero al emplear un motor vertical es muy importante que esté bien equilibrado, porque los esfuerzos de la inercia teniendo lugar precisamente en la dirección de la elasticidad del bastidor, y si el período de oscilación de éste, debido á las desigualdades de la vía, fuese casi igual al período de oscilación del mismo, debido á los esfuerzos de la inercia de las piezas móviles del motor, las oscilaciones verticales *totales* tomarían una amplitud peligrosa. Para que ésta quede siempre pequeña, es preciso que el período de oscilación del bastidor, debido á las desigualdades de la vía, sea muy grande con relación al debido á los esfuerzos de la inercia.

Prescindiendo de soluciones aproximadas, se propuso por MM. Manzen y Robinson el empleo de seis líneas verticales de cilindros para obtener un equilibrio prácticamente perfecto.

En una máquina con tres líneas verticales de cilindros, y sus manivelas dispuestas á 120° una de otra, la suma de los esfuerzos verticales debidos á la inercia, de los pistones, vástagos, bielas, etc., es sensiblemente nula en cada instante; pero, sin embargo, deja subsistir un par, las tres fuerzas obran en tres direcciones distintas, no situadas en el mismo plano. Con el empleo de seis líneas de cilindros se elimina este par, porque se equilibra con otro del mismo momento.

La posición de las seis manivelas correspondientes sobre el eje motor, es la siguiente: 0°-120°-240°-240°-120°-0°.

Dinamo generatriz.—La energía eléctrica que ha de dar movimiento á los ocho motores montados en los ejes de la locomotora, se produce por dos dinamos generatrices iguales, montadas en los extremos del árbol motor, figuras 15 y 16.

El armazón, de acero fundido, inductor de estas dinamos, es exagonal y está dividido en dos partes enlazadas con pasadores. Las seis piezas polares, que vienen de la fundición en el interior, son amplias y muy cortas.



Fig 20.

El inducido, cuyo núcleo es dentado, tiene el devanado de tambor. Sobre el colector se apoyan seis escobillas de carbón, colocadas á 60° una de otra, y el portaescobillas está formado por una doble corona de bronce, sostenida por seis patas solidarias de otra corona sencilla, de 1,20 metros de diámetro, enlazada á ranura y lengüeta con el

armazón de la dinamo. Esta última corona va provista de dientes para poder variar, mediante el movimiento de un piñón, la situación de las escobillas.

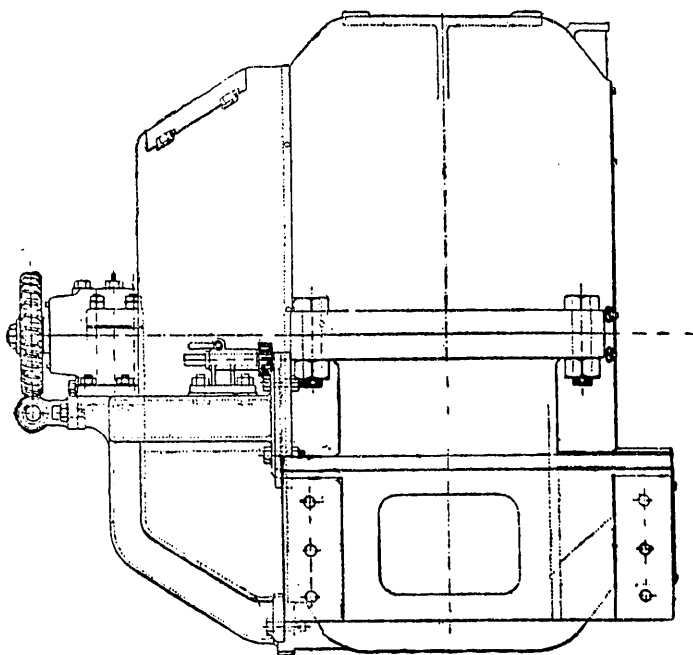
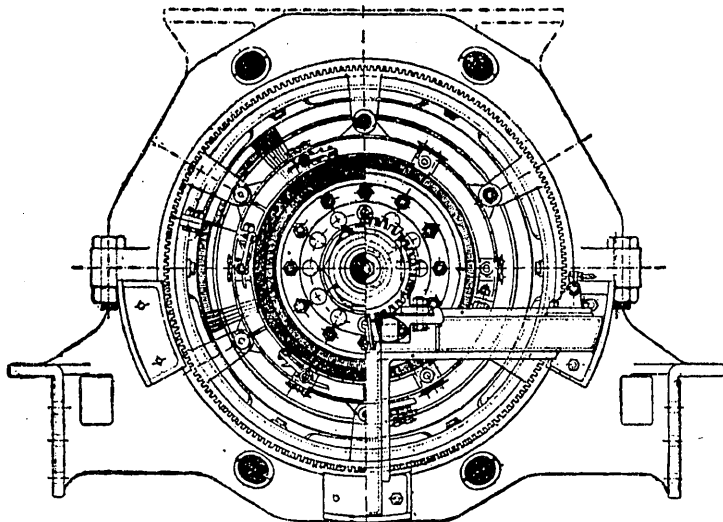


Fig 24.

Cada dinamo está completamente protegida por una envolvente que solo presenta algunas aberturas para la ventilación. La figura 21 muestra su forma general.

Estas dinamos descansan directamente sobre el bastidor, y debido a la pequeña altura del eje sobre el bastidor descenden entre dos traveseros longitudinales, a los que se fijan, por dos fuertes pestañas solidarias, con la mitad inferior del armazón.

Las constantes de cada dinamo son:

Número de polos.	6
Volts.	450
Amperes.	920
Diámetro interior del inducido. . .	1.050 milímetros.
Idem del colector.	680 —
Idem del inductor.	1.600 —
Longitud del inductor.	800 —
Corriente de excitación (independiente).	50 amp. á 110 volts.
Velocidad.	400 vueltas por m.

Las dos dinamos están acopladas en paralelo.

Dinamo excitatriz y motor de vapor auxiliar.—La excitación de las dos generatrices se hace separadamente por una sola dinamo excitatriz, lo que facilita mucho el manejo del conjunto y aumenta la flexibilidad del sistema.

Esta pequeña dinamo pertenece al mismo tipo de los motores montados en los ejes. El inducido es de tambor dentado; la corriente se recoge por dos escobillas colocadas á 90° una de otra.

El inductor, de acero fundido, se representa en la figura 22.

El devanado en las dos bobinas inductoras es de sentido contrario, para desarrollar no dos polos consecuentes, como en las dinamos tipo Manchester, sino cuatro polos de polaridad alterna. El colector está protegido por una envolvente de latón.

Esta dinamo está accionada directamente por un motor de vapor vertical «Willans» de simple expansión, con dos cilindros gemelos y sus manivelas dispuestas en el eje motor á 180°. Funciona á simple efecto y á la presión de ocho kilogramos.

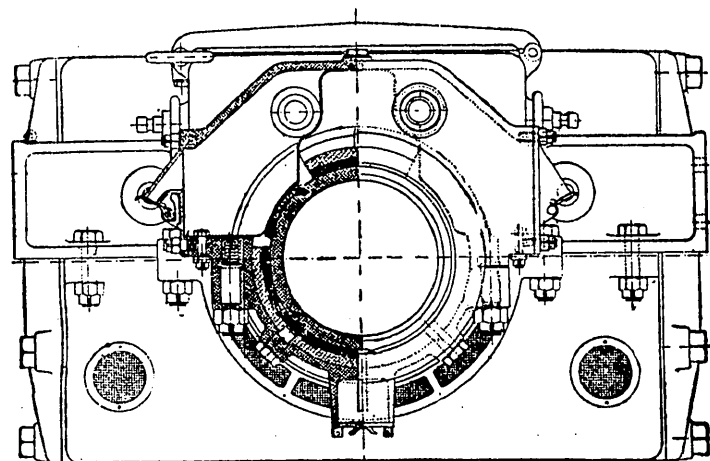
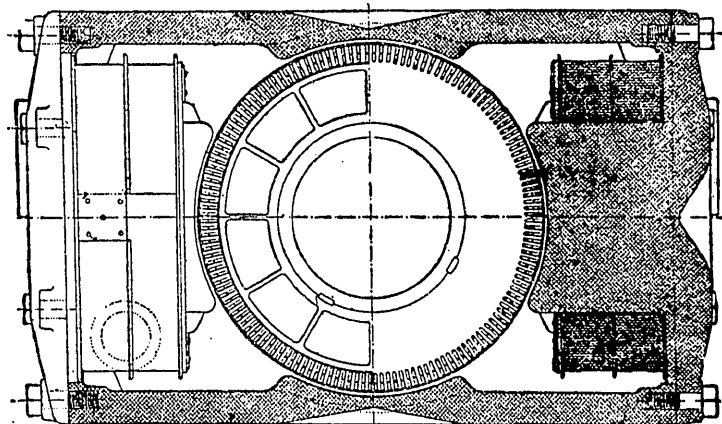


Fig 22.

Recibe el vapor directamente del regulador de la caldera, pasando por un aparato especial que rebaja la presión de 14 á 8 kilogramos, antes de entrar en los cilindros. En este motor la distribución es central, según el tipo generalmente adoptado en las máquinas «Willans.» El escape se empalma con el del motor principal.

Las constantes de la excitatriz son:

Volts.	110
Amperes.	140
Velocidad	550 vueltas por minuto.

No absorbiendo la excitación de las dos generatrices,

al máximo, más que 100 amperes, la excitatriz puede utilizarse en el alumbrado del tren.

El alumbrado de la sala de máquinas se realiza con seis incandescentes.

El conjunto del motor auxiliar y la dinamo excitatriz está montado sobre el armazón de la generatriz, próxima á la caldera, y se representa en la fig. 20.

Motores eléctricos (fig. 23).—Son parecidos á los de la

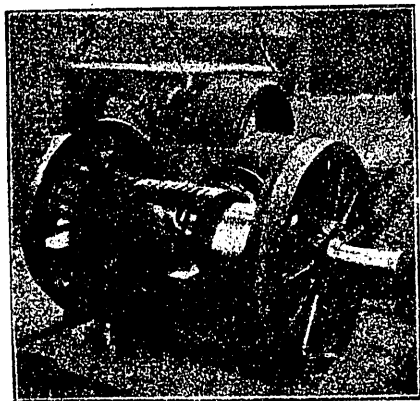
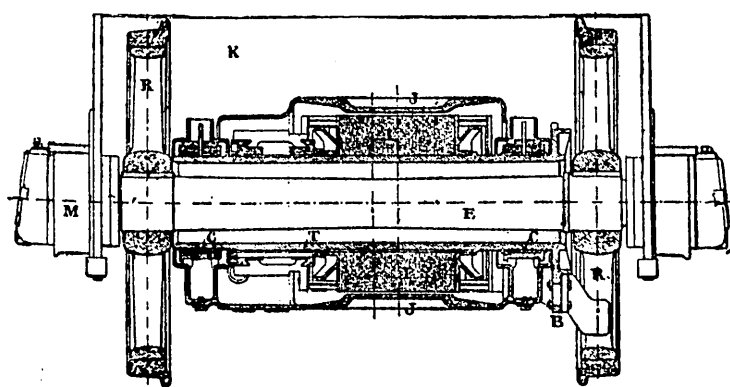


Fig. 23.

primera locomotora eléctrica, de cuatro polos con dos bobinas inductoras y del tipo blindado. El inducido, dentado, con el devanado de tambor, está montado en un árbol hueco, concéntrico con el eje. El inductor está fijo al bastidor del carretón. Con esta disposición, diferente de la empleada anteriormente (1), el eje puede seguir las desigualdades de la vía, sin arrastrar con él al inducido, evitando que éste participe de los choques que siempre se producen en la marcha á gran velocidad; condición esencial para conservar en buen estado los aislantes.

Las escobillas, de carbón, situadas á 90° una de otra, se apoyan en la parte inferior del colector; su posición es invariable, limitándose tan sólo á reemplazar los carbones ya gastados. Esta parte está protegida por una envolvente, con los registros necesarios para examinar las escobillas y el colector estando la locomotora sobre la fosa de visita.

Fig. 24.



R—Rueda arrastrada.
B—Pestaña.
C—Cojinetes.
T—Eje del inducido.

E—Eje.
I—Inducido.
J—Inductor.

La disposición adoptada para el arrastre del eje, diferente en esta locomotora, es tal, que permite al árbol del

inducido seguir los movimientos del bastidor del carretón, arrastrando siempre las ruedas. El árbol hueco (eje del inducido), lleva solidario con él un platillo que tiene tres pestañas radiales que se introducen cada una entre los topes de dos resortes de acero, colocados en los radios de la rueda (fig. 25 y 25 bis).

El armazón del motor (fig. 24), está formado de cuatro partes, la inferior lleva dos orejas que lo fijan al bastidor del carretón y los dos cojinetes de engrase automático correspondientes al eje del inducido, las laterales formadas por los dos núcleos que llevan las bobinas inductoras, y la superior que viene á cubrir el conjunto.

El devanado del inductor (serie), está constituido por una cinta de cobre en dos secciones, sobre cada núcleo.

La potencia normal de cada motor es de 120 caballos á la velocidad de 100 kilogramos por hora. El diámetro de las ruedas es de 1,16 metros.

Vehículo.—Todo el material generador de la energía eléctrica está montado en un bastidor de acero que descansa en dos carretones de cuatro ejes motores.

Su constitución es análoga á la descrita en el número 1.163, pág. 10.

Las dimensiones generales son:

Longitud	15,40 metros.
— entre topes	15,89 —
— del carretón.	4,10 —
Distancia entre ejes de los carretones	11,30 —
Ancho del abrigo y bastidor.	2,70 —
Altura de la chimenea sobre la vía.	4,19 —

Distribución eléctrica, aparatos de maniobra y manejo.

—Los ocho motores eléctricos de la locomotora funcionan casi siempre en cantidad. Sin embargo, en arrancadas suaves de trenes pesados, pueden agruparse en dos series de á cuatro.

Para variar la velocidad en un perfil determinado ó conservarla constante en perfiles diferentes, es decir, para variar la potencia desarrollada por los motores, no hay más que variar la intensidad de la corriente enviada por las generatrices á los motores. Se produce este cambio en la intensidad de la corriente principal, variando al mismo tiempo y en sentido inverso el campo magnético inductor y la velocidad de las generatrices; consiguiendo esta doble variación obrando sobre la excitación de las generatrices, gracias á la independencia completa de esta corriente de excitación y á la autoregulación del motor de vapor.

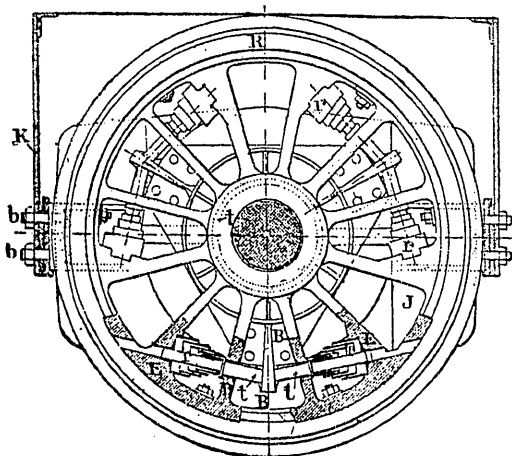
Además del reostato de la excitación de las generatrices, el maquinista no tiene á su alcance más aparatos eléctricos que manejar que el conmutador de cambio de marcha y el conmutador de acoplamiento, que enlaza los motores por series de á dos. Estos conmutadores, que rara vez se usan en marcha, forman parte del cuadro de distribución, colocado en una de las paredes laterales de la sala de máquinas.

Los numerosos aparatos de que se componen los cuadros de distribuciones eléctricas, se han reducido en estas locomotoras á los más necesarios. Siendo muy pocos los de uso corriente en marcha, se han dispuesto por separado en un tablero que viene á formar el puesto de maniobra.

De estos puestos hay dos idénticos, uno en la proa, usado en la marcha normal (chimenea hacia atrás), y otro próximo á la caldera, para la marcha invertida. Cada uno de estos puestos comprende un silbato, manómetro de 14

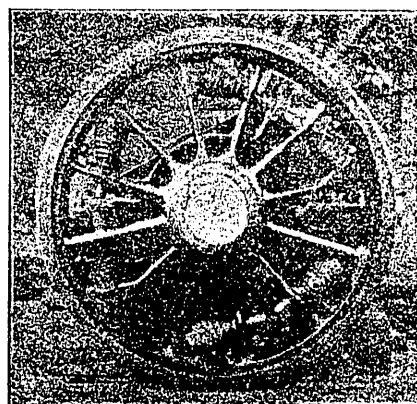
(1) Número 1.163, pág. 9.

Fig. 25.



R—Rueda.
b, h—Urejas para la suspensión del motor.
r, r—Resortes
J—Inductor.

Fig. 25 bis.



E—Cajas-guías de los topes.
D—Radios de la rueda.
B—Pestaña.
t—topes

kilogramos indicando la presión en la caldera, llave de maniobra para el freno de aire comprimido con su manómetro, un amperómetro, un conmutador para igualar la excitación de las dos generatrices, maniobrado por un volante único para los dos puestos, con objeto de evitar las falsas maniobras.

La locomotora puede marchar indiferentemente en los dos sentidos, pero es evidente que hay interés en llevar la chimenea hacia atrás, pues con esta disposición la visibilidad es mucho mayor y la resistencia del aire bastante menor.

Potencia y rendimiento.—La potencia indicada en los cilindros es de 1.350 caballos.

El rendimiento del motor de vapor es de 90 por 100; el de las generatrices de 95 por 100; el de los motores de 90 por 100; y suponiendo una pérdida del 2 por 100 en los cables, tendremos que la relación entre el trabajo efectivo entre las llantas y el indicado en los cilindros, es de 75,4 por 100, quedando como potencia efectiva en las llantas 1.000 caballos.

La potencia efectiva absorbida por la locomotora, con un tender de 20 toneladas, es de 342 caballos, quedando como potencia disponible en el enganche 658 caballos.

Esta potencia permitirá remolcar trenes en tramos horizontales á la velocidad de 100 kilómetros por hora, con un peso de 253 toneladas de material ordinario ó 355 toneladas de material montado sobre carretones.

En uno de los próximos números insistiremos sobre el rendimiento de esta locomotora, exponiendo al mismo tiempo algunas consideraciones generales sobre la tracción eléctrica de los trenes.

JOSÉ GRAÑO.

ENSANCHE, REFORMA Y SANEAMIENTO DE CARTAGENA (1)

También es aún mayor la proporción total de nacidos, pues siendo la población de Cartagena y los tres barrios extramuros de 41,404 habitantes, ó sea menos de la mitad del total del término municipal, que es de 85,944, la

natalidad allí es de 12,259 niños, ó sea más de la mitad del total, que es de 22,023 nacidos, lo cual sólo prueba que los nacimientos ocurren allí en mayor proporción, siendo probable que muchas mujeres de las Diputaciones, sintiéndose próximas á ser madres, vayan á Cartagena y los tres barrios, á fin de parir en sitio en que tengan mejores medios de asistencia que en sus á menudo solitarias mansiones.

Un hecho análogo ocurre respecto de los matrimonios, que en la apariencia se presentan en mayor proporción en Cartagena y barrios, pues 3,363 se han celebrado en ellos de los 5,503 registrados en el septenio en todo el término municipal.

La mortalidad es también mayor proporcionalmente en Cartagena y barrios, pues del total de 22,347 sólo corresponden á las Diputaciones 8,800 con mortalidad anual relativa de 28 por 1,000 y 13,547 á los primeros, siendo para éstos tal proporción de 46,7 por 1,000. Sin embargo, se observa un hecho notable: es el de corresponder mayor mortalidad infantil relativa á las Diputaciones rurales, puesto que hasta los seis años de edad mueren en Cartagena y barrios 6,690 niños, ó sea menos de la mitad del total de las defunciones, y en cambio, en las Diputaciones rurales mueren, hasta los mismos seis años, 4,888 niños, cifra que excede bastante de la mitad de las 8,800 defunciones que á los mismos corresponden.

Examinando el estado relativo á la clasificación de las defunciones según la estadística del servicio de Higiene, relativo al septenio de 1887 á 1893, observaremos que en lo que respecta á Cartagena y barrios ocupan el primer lugar las intermitentes palúdicas; el segundo las pulmonías, muchas de las cuales serán probablemente infecciosas; el tercero las enfermedades del aparato cerebro-espinal; el cuarto la angina y laringitis diftérica; el quinto otras enfermedades del aparato respiratorio; el sexto la tuberculosis pulmonar; el séptimo las enfermedades del aparato digestivo; el octavo las del aparato circulatorio; el noveno las de falta de desarrollo, y el décimo la viruela. Si consideramos el conjunto del término municipal, hay alguna variación en el orden dicho, como la de invertirse las enfermedades mencionadas en cuarto y quinto lugar, y las señaladas con los sexto y séptimo.

En todos los casos y de todas las estadísticas estudiadas se deducen el grande predominio de las enfermedades

(1) Véase el número anterior.