

necesitar menos atención en la vía, el de acumuladores exige menos máquinas y menos cuidado en la estación central. Pero, en verdad, es difícilísimo el poder compararlos acertadamente.

La idea de emplear un carretón tractor es excelente, pero, aunque á menudo ha sido recomendada, no se ha puesto nunca en práctica. Como hemos de llegar más ó menos pronto á estos carretones, es de esperar que tengan mejor aspecto que los tranvías de vapor de Birmingham ó los funiculares de Brixton, monstruos que desfiguran las calles mucho más que cualquier línea de cable-aéreo. Como la municipalidad de Londres tiene en proyecto una línea de tranvías por Victoria-Embankment, nuestro Instituto debe esforzarse en convencerla que adopte un sistema combinado de alumbrado público y tracción por medio de acumuladores, pues no hay razón para que no hagamos los ingleses algo mejor que lo de Hanover y París.

En cuanto á las observaciones hechas por Mr. Epstein al hablar del sistema Hanover, indicando que los acumuladores se podrían separar del coche al entrar en la línea del trolley, creo que evidentemente sería bueno bajo el punto de vista del peso muerto, pero con ello perdería una de sus ventajas; me refiero á la acción reguladora de las baterías con respecto al coche mientras dura la carga, pues esto equilibra localmente la presión, lo cual no ocurriría si las baterías fueran cargadas por el trolley en un punto fijo.

El empleo del moderno tipo de acumuladores Tudor, que tienen una enorme superficie de placas, es una novedad que todos seguimos con interés. Cuando Mr. Epstein dice que el cargar las baterías á potencial constante produce grandes densidades de corriente, se equivoca, según creo, pues debido á la extraordinaria superficie que estas placas presentan, nunca es excesiva la densidad de corriente.

En lo que se refiere al empleo en serie-cantidad de las baterías, en vez de combinar así dos motores ó emplear un motor con doble arrollamiento, como en el caso de los coches eléctricos de Londres, creo que la primera solución es la mejor por todos conceptos y debería ser adoptada en todos los casos, siempre que no exista la dificultad de que la corriente no se acumule por igual cuando los elementos están agrupados en cantidad. Pero si se ha de juzgar por lo que ocurre con un sólo elemento formado por muchas placas unidas en cantidad, esta dificultad no impedirá el empleo.

Mr. R. J. Jones empieza por manifestar que nos encontramos á más de la mitad de camino en la fatigosa cuesta de la tracción por acumuladores.

(Se continuará.)

LAS LOCOMOTORAS ELÉCTRICAS

SISTEMA J. HEILMANN.

I

Grande ha sido el desarrollo de las diversas aplicaciones de la electricidad efectuado durante estos últimos años, y una de las más importantes es la tracción eléctrica de los trenes. Vista la limitación de la potencia de las actuales locomotoras de vapor, para arrastrar los trenes de viajeros á grandes velocidades, pues debido á las comodida-

des con que se va dotando á los carruajes, se ha aumentando en considerable proporción el peso muerto de los trenes; además, como cada día se hace mayor la necesidad de arrastrar pesados trenes de mercancías á velocidades bastante grandes, ha hecho estudiar la manera de aumentar la potencia de las locomotoras.

Dada la constitución actual de las vías férreas, el mayor número de ejes acoplados (medio de ampliar la potencia) es el de cuatro, estas locomotoras no pueden tomar grandes velocidades á causa de su exigua flexibilidad. Aun por este medio nos encontramos con un esfuerzo adherente de 60.000 kilogramos, admitiendo 15 toneladas como peso transmitido á la vía por cada eje motor.

Ahora bien, adoptando otro sistema del acoplamiento entre los ejes motores (ya que no podemos aumentar su carga) diferente del de bielas usado hasta el presente, sistema que deja independientes á su vez á los ejes motores, podríamos aumentar el esfuerzo adherente total lo que queramos (partiendo de la carga máxima de 15 toneladas por eje) limitándola únicamente por la mayor complicación que el nuevo sistema llevaría consigo al aplicarlo al material móvil que se halla en servicio. El sistema á que me refiero es el acoplamiento eléctrico de los ejes; de esta manera podemos hacer motores cuantos ejes queramos, conservando cada uno su independencia, con lo que se dota á la locomotora de una elasticidad excepcional. El número de ejes motores vendrá limitado por el deseo de reunirlos en una unidad del tren para no transformar el actual material móvil.

Basado en este sistema y dotando á la locomotora del organismo productor de la energía eléctrica, ideó M. J. Heilmann su sistema de tracción eléctrica de los trenes, construyendo su primera locomotora eléctrica llamada *Fussée électrique*, que fué ensayada en el año 1893 y 94, en las líneas de la Compañía del Oeste (Francia) entre el Havre y Beuzéville primero y más tarde entre París y Mantes.

Aunque los lectores de la REVISTA ya conocen este sistema, describiremos esta primera creación de M. J. Heilmann, para compararla con su nueva locomotora eléctrica ensayada el mes pasado en las líneas de la misma Compañía y que describiremos con algún detalle en el próximo número.

La primera locomotora eléctrica J. Heilmann, modelo 1893-94, llamada «Fussée électrique», se representa en la figura 1.^a. Está constituida por un sólo bastidor de 16 metros de largo, que descansa sobre los carriles por el intermedio de dos carretones articulados de cuatro ejes; en la parte posterior se encuentra la caldera con la chimenea á la cola, estando rodeada por dos depósitos de carbón, pudiendo contener 6 toneladas y un depósito de agua de 10 m.³. En la parte anterior se halla la dinamo generatriz accionada directamente por una máquina de vapor de gran velocidad dispuesta transversalmente y una pequeña excitatriz acoplada á un motor especial. En esta parte, recubierta con una caja metálica terminada en una especie de proa para presentar menos resistencia al viento durante la marcha, es donde el maquinista y sus ayudantes maniobran los diversos elementos de la fábrica ambulante; el maquinista tiene á su alcance los aparatos de maniobra y comprobación (voltímetro, amperímetros, reostatos de excitación, conmutador para el cambio de marcha, tomas de vapor para la máquina principal y la auxiliar, la

llave que acciona los frenos). Tal como la acabamos de describir ligeramente, esta máquina reemplaza una locomotora de 500 caballos (potencia eléctrica de 600 á 800 caballos) con un peso total de 42 toneladas; descompuesto como sigue:

Toneladas

Caldera dispuesta para la marcha.	20
Máquina de vapor.	5
Dinamos.	11
Carbón.	6

Describiremos uno por uno los diversos elementos de esta máquina.

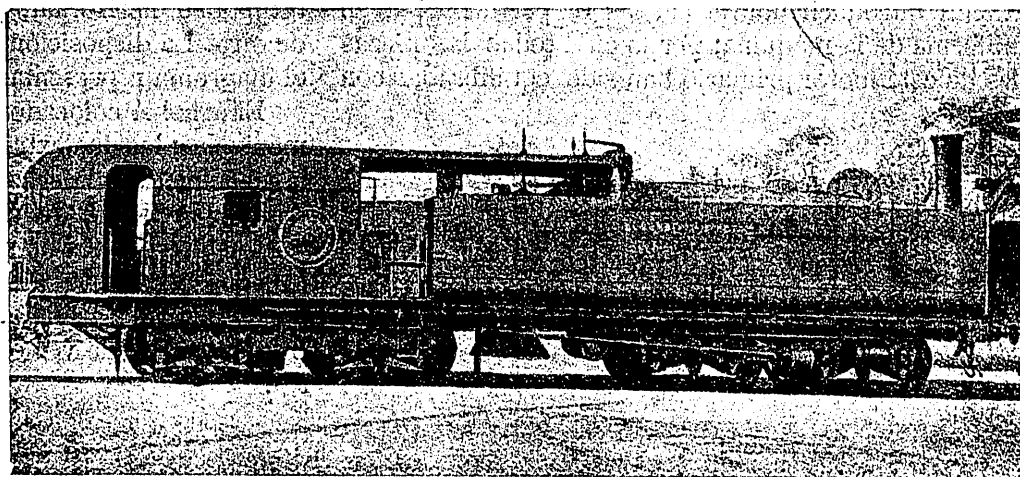


Fig. 1.

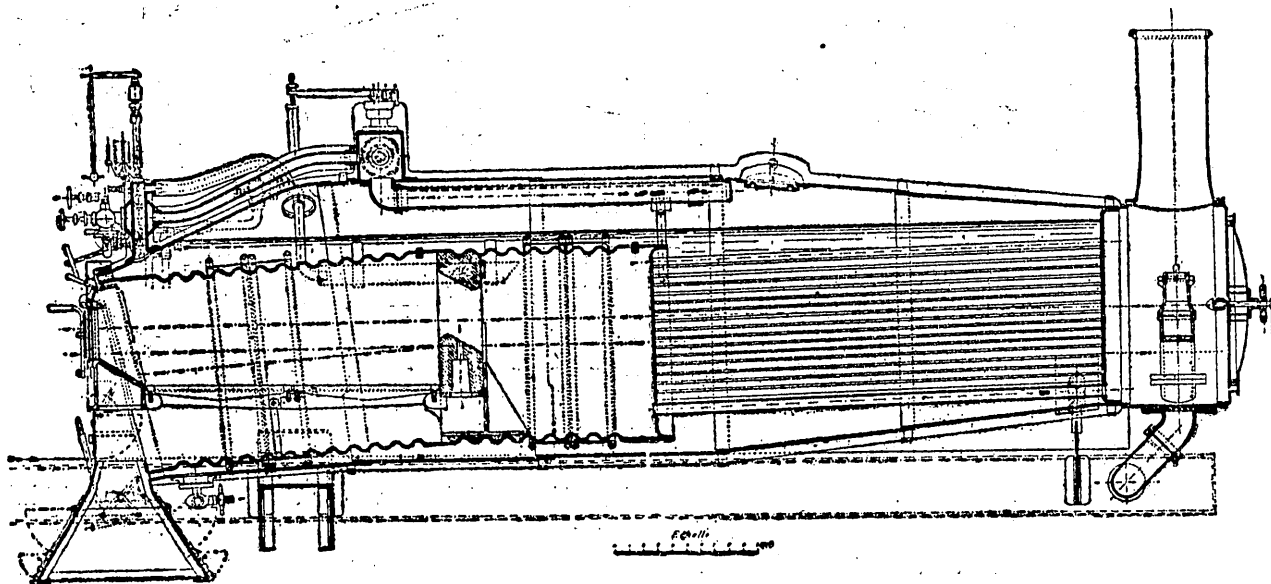


Fig. 2.

La caldera, figs. 2 y 3 es del sistema Lentz. Difiere de las empleadas en las locomotoras ordinarias, en que el ho-

el lado del hogar. En la otra extremidad está sostenida por dos bielas que permiten su libre dilatación, y por último, un apoyo móvil, colocado en medio, sostiene parte de su peso.

Los elementos de la caldera son:

Longitud total.	7.90 metros.
Diámetro.	1.93 —
Idem del hogar.	1.35 —
Número de tubos.	2.89 —
Longitud de los tubos.	2.90 —
Superficie de caldeo, hogar.	18.66 m. ²
Idem de los tubos.	127.11 —
Total.	145.17 —
Superficie de parrilla.	2.25 —
Timbre.	12 kgs.

Esta caldera corresponde á una locomotora de potencia media de más de 500 caballos próximamente; su peso en carga comprendida la reserva de agua es de 20 toneladas.

Máquina de vapor principal.—La máquina de vapor está dispuesta á continuación de la caldera, dejando un espacio libre para el fogonero; pertenece á un tipo perfectamente estudiado por M. Ch. Brown.

Se suprimieron todos los movimientos alternativos que

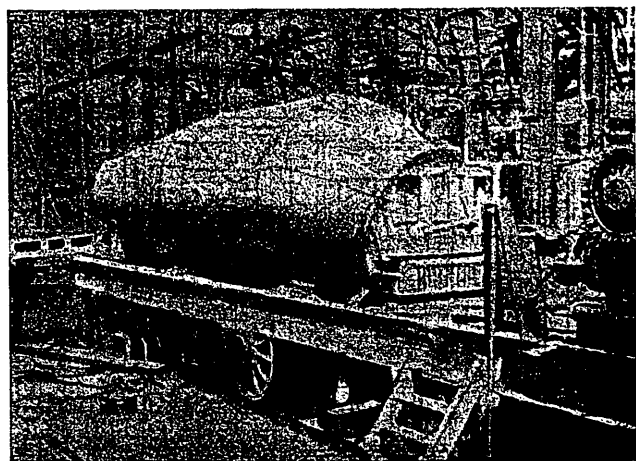


Fig. 3.

gar es ondulado y se prolonga por una cámara de combustión; y en que la forma de la envolvente es cilíndrica para adaptarse por una parte al hogar y por la otra á la placa tubular. La caldera fig. 3 está sujeta al bastidor por

existían en los motores propiamente dichos, pues no era conveniente introducir nuevas causas de perturbación en la plataforma de la máquina; por lo cual todas las piezas móviles de este motor primario han sido equilibradas con cuidado.

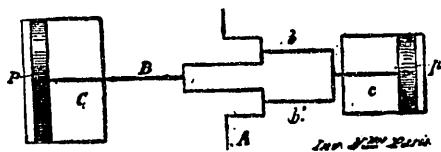


Fig. 4.

Según vemos por las figuras 4, 5 y 6, la máquina es compound horizontal, y con los cilindros enfrente uno de otro. La disposición de esta máquina está indicada en el diagrama representado en la fig. 4.

El árbol A colocado en medio de los cilindros lleva tres manivelas; las dos extremas están accionadas por dos bielas *b b* sujetas á la cruz del cilindro pequeño *p*, y la central por la biela *B* del cilindro grande *P*.

Los dos grupos de manivelas están centrados á 180°. Los dos cilindros están calculados para dar aproximadamente el mismo trabajo. Los dos pistones *P p* se encuentran animados de velocidades iguales y de sentido contrario.

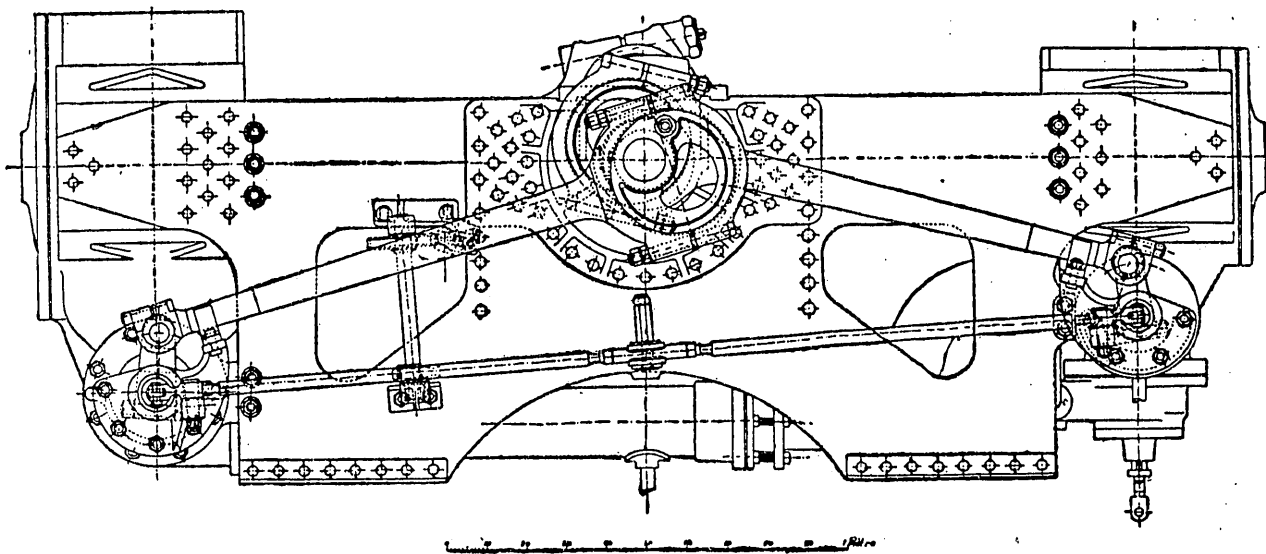


Fig. 5.

Las constantes de esta máquina son:

Potencia efectiva á 300 vueltas. . .	600 caballos.
— — — á 500 — . . .	800 —
Diámetro del cilindro grande. . .	650 milímetros.
— — — pequeño. . .	425 —
Carrera común. . .	300 —

Presión inicial del vapor.	12 kilogramos.
— del vapor en el cilindro grande. . .	4,5 á 5 —
Grado de admisión (el mismo para los dos cilindros)..	60 %
Peso total.	5.200 kilogramos.

La distribución se hacía por distribuidores cilíndricos, fig. 5, colocados en la parte inferior y excéntricos.

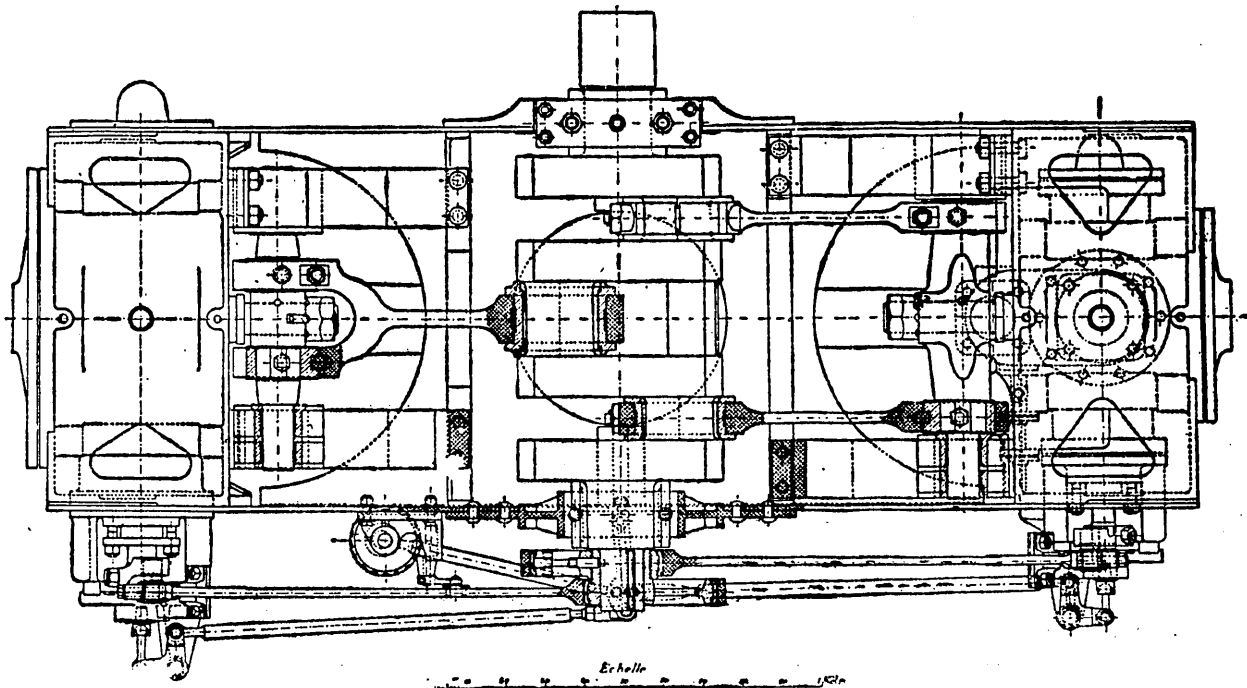


Fig. 6.

El árbol central de este motor se encontraba en el eje de la locomotora y se enlazaba directamente con el de la dinamo generatriz.

Máquina de vapor auxiliar.—Esta máquina, de una

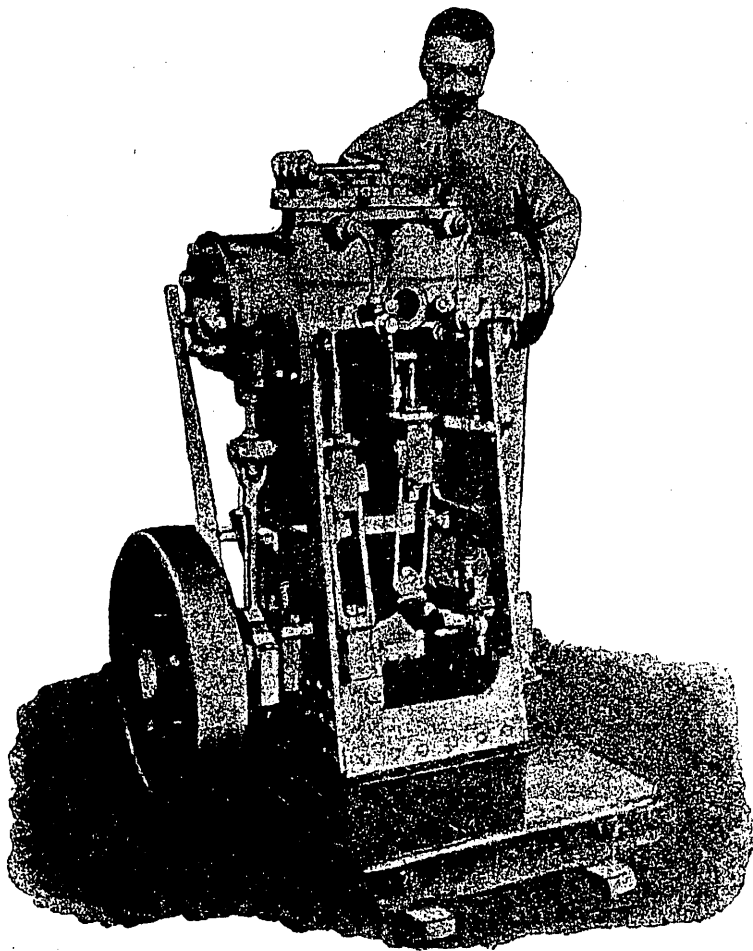


Fig. 7.

fuerza de 25 caballos, colocada en la parte delantera de la locomotora, está representada en la fig. 7.

Es del tipo pilón, de dos cilindros iguales, construida también por M. Ch. Brown. Sus dos manivelas están cen-

tradas á 180° una de otra, de suerte que las reacciones de una mitad están casi enteramente destruidas por las de la otra mitad.

Lo más interesante de esta máquina reside en la distribución, que está hecha con distribuidores circulares, montados en una corona en la que pueden girar libremente. Todo rozamiento anormal en una parte del distribuidor tiene como efecto el hacerle girar, y por consiguiente renovar las superficies de rozamiento.

La velocidad se mantiene constante por un regulador de bolas montado en el volante.

Esta máquina acciona directamente la dinamo excitatriz.

Las principales dimensiones son:

Diámetro de los cilindros.	150 milímetros.
Carrera.	150
Introducción.	50 %
Avance á la admisión.	0,5 %
— al escape.	14 %

Dinamo generatriz.—La generatriz que debe proporcionar la energía eléctrica á los ocho motores montados en los ejes, es una máquina de 6 polos y con inducido de anillo liso. Los inductores en dos mitades son de acero fundido con piezas polares aplicadas. El árbol está por una parte empalmado al eje de la máquina de vapor principal, y por la otra apoyado en un cojinete sostenido por tres brazos. Fig. 8.

Esta máquina tiene las constantes siguientes:

Volts.	400
Amperes.	1.024
Diámetro exterior del hierro inducido.	1.200 milímetros.
Longitud según el eje.	446 —
Corriente de excitación separada.	95 amps. á 50 volts.

El colector lleva tres pares de escobillas, pero basta uno sólo por estar enlazados entre sí los conductores correspondientes.

Dinamo excitatriz.—La excitación se hace por una máquina bipolar accionada directamente por la máquina de vapor auxiliar.

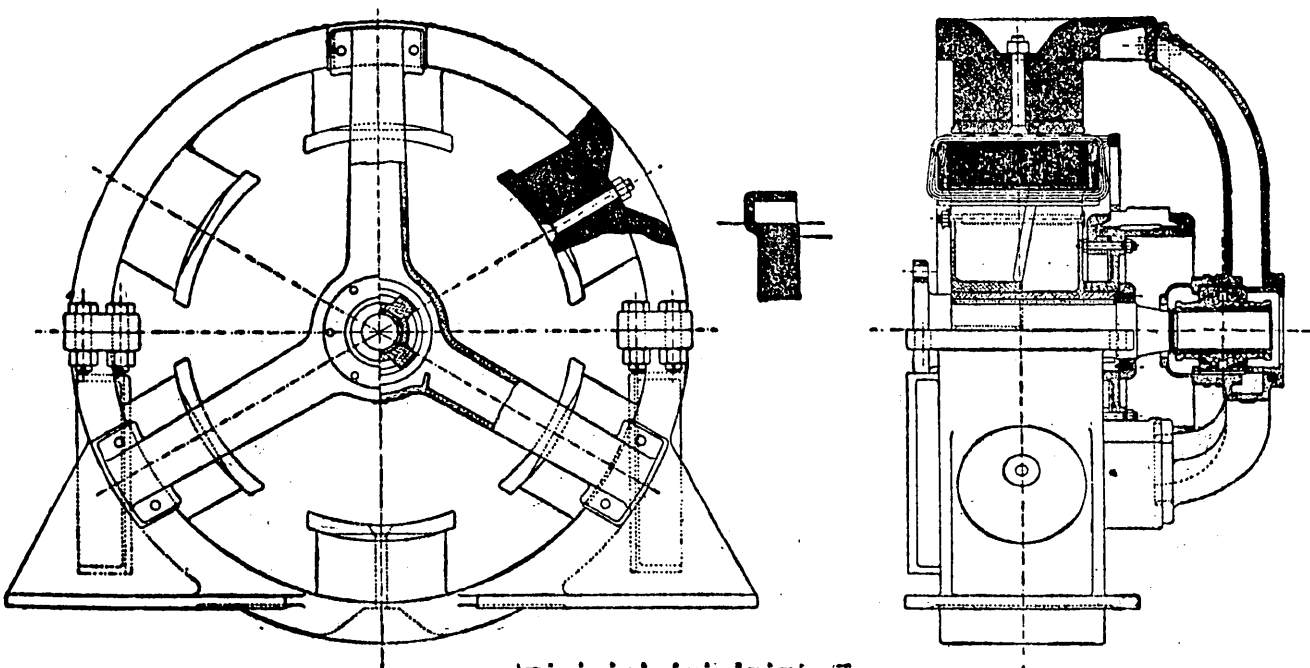


Fig. 8.

Las constantes de la excitatriz son:

Volts.	50
Amperes.	260
Velocidad.	350 vueltas.
Corriente de excitación (derivación).	10 amperes.

Esta excitatriz era empleada además para el alumbrado eléctrico del tren.

Motores.—Los motores son de 4 polos, pero con dos bobinas inductoras solamente, debido al pequeño espacio li-

precaución indispensable para desmontar fácilmente el motor.

Los motores tienen el arrollamiento en serie, disposición que permite hacer variar ampliamente el par motor y la velocidad.

Las constantes de los motores son:

Número de polos.	4
Par normal.	125 kilogramos.
Velocidad á 400 v. 128 amp.	410 vueltas.
Diámetro del inducido.	650 milímetros.
Longitud según el eje.	396 —

Vehículo.—Toda la maquinaria descrita se fija á un sólido bastidor de palastro de acero que se apoya en dos carretones articulados; se realiza de esta manera una gran rigidez en el vehículo, dejando en completa libertad á los carretones y á los ejes motores que no están enlazados por ningún mecanismo, y pueden, por lo tanto, tomar ligeras inclinaciones angulares para inscribirse en las curvas; cada eje puede tomar en cada instante la velocidad correspondiente al diámetro exacto de las ruedas, lo que elimina los deslizamientos.

Cada carretón se compone de dos largueros de palastro de acero, arriostrados por un travesero central de acero fundido que lleva el pivote ó eje de giro fijo y por otros dos traveseros de palastro de acero. El travesero central lleva, además, dos deslizaderas sobre las que descansa el peso de la máquina, transmitido por los largueros del carretón á los puntos medios de resortes, cuyos extremos están enlazados á las cajas de grasa de los ejes por suspensiones de rótula. De esta manera se realiza una perfecta repartición del peso sobre las ruedas. Ya hemos dicho que cada carretón

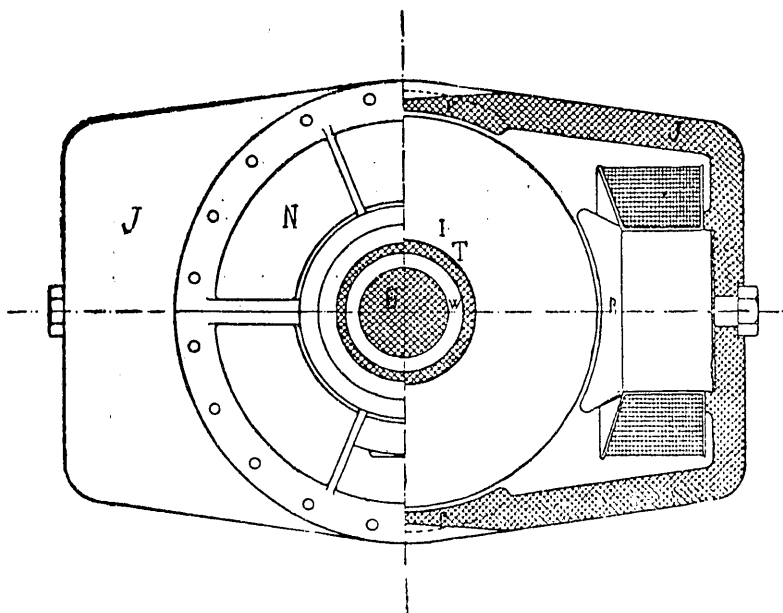


Fig. 9.

bre alrededor de los ejes; estos motores proyectados por M. C. E. L. Brown, están representados por las figs. 9, 10 y 11.

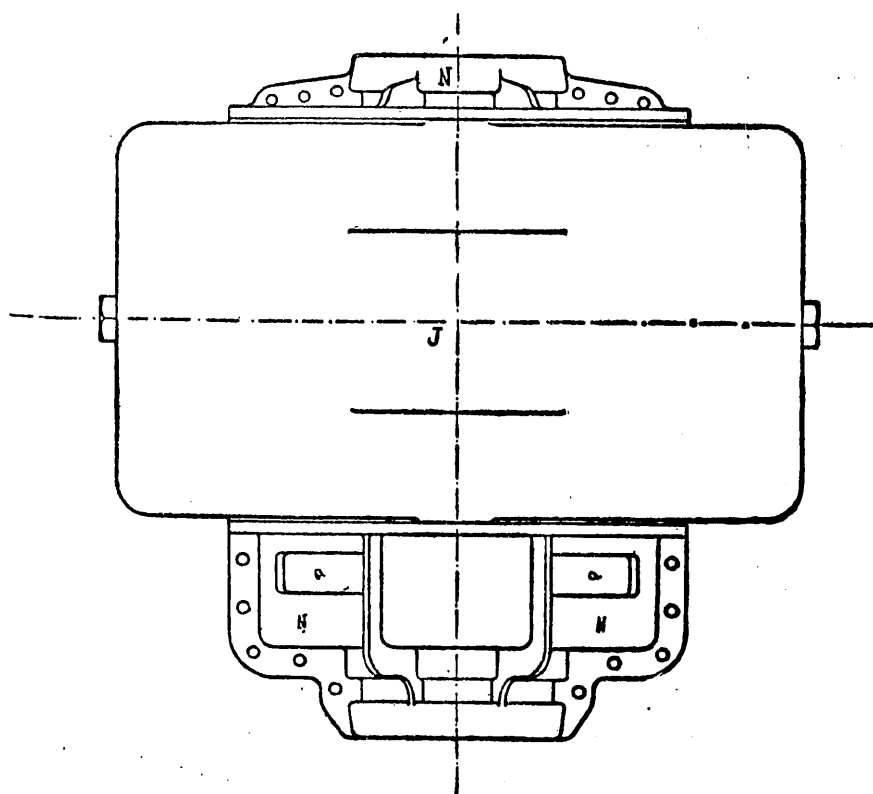
Los inducidos están montados en los ejes, siendo solidarios con ellos, enlace que no es rígido, pues se hacía por el intermedio de dos discos ó platillos, uno de ellos se fijaba á los brazos de la rueda (parte derecha de la fig. 9) y el otro formaba cuerpo con un tubo de acero que constituía el eje hueco del inducido. Entre ambos platillos se intercalaban anillos de *woodite* (materia elástica y aislante, inatacable por los aceites de engrase). Este eje del inducido descansa sobre el eje del carretón por el intermedio del *woodite*.

El inductor es de acero fundido de una sola pieza, con las dos masas polares aplicadas, fig. 10, y forma una envolvente que protege todo el motor; las bobinas inductoras son interiores. Esta envolvente se completa lateralmente con dos casquetes de bronce que descansan sobre el tubo de acero que forma el eje del inducido, por el intermedio de dos cojinetes de engrase automático. Estos casquetes tienen aberturas para la regulación y cambio de las escobillas de carbón. El inductor está enlazado al bastidor por dos resortes con objeto de transmitir al inducido el par motor.

El inducido es de anillo y dentado, disposición robusta que preserva mejor los hilos; el entrehierro es bastante grande.

Una de las ruedas en cada eje es amovible,

Fig. 10.—Motor (planta).



Explicación de las figuras 9 y 10.

E Eje motor.
T Idem del inducido.
W *Woodite*.
N Casquetes de bronce.

J Inductor.
a a Aberturas del casquete.
I Inducido.
p p Polos del inductor.

se apoyaba sobre cuatro ejes (se representa uno de los ejes en la fig. 9).

Descritos con detalle los elementos de esta locomotora, la fig. 12 muestra una vista general del mecanismo,

suprimida la cubierta, tomada de la fotografía de un modelo al $\frac{1}{10}$ de la *Fussée électrique*.

Conexiones.—En la fig. 13 damos el diagrama de las conexiones entre las dinamos generatriz, excitatriz y re-

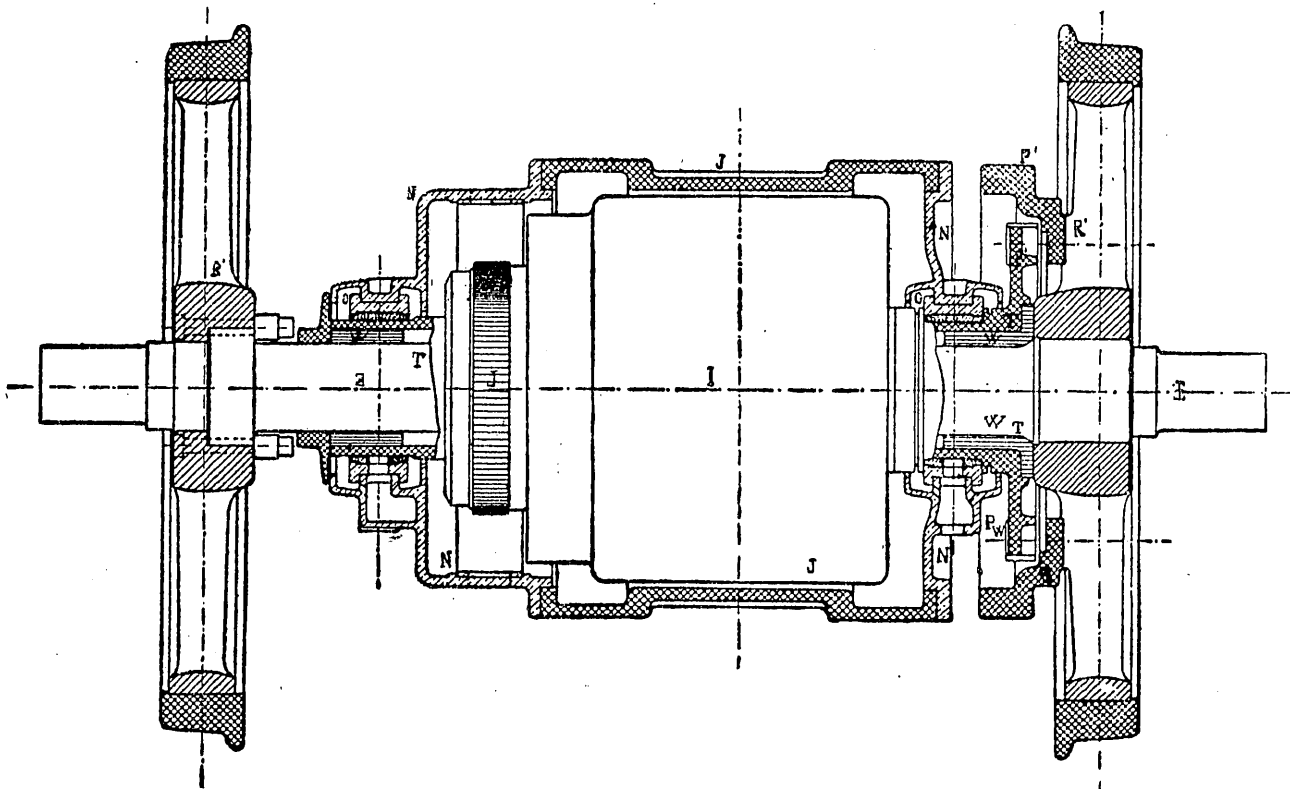


Fig. 11.—Enlace del motor con el eje.

I Inducido.
E Eje de la locomotora.
T Eje hueco del inducido.
P' Platillo fijo á la rueda R'.
P' Idem id. al eje del inducido.
W Woodite.

G G Cojinetes de engrase automático.
N N Casquetes de bronce.
L Colector.
R' Rueda amovible.
J Inductor.

ceptrices ó motores. Los ocho motores están ordinariamente montados en paralelo, pero un conmutador permite agruparlos por dos en serie para la marcha á débil velocidad.

En el próximo número describiremos la nueva loco-

motora eléctrica sistema J. Heilmann, y á continuación expondremos algunas consideraciones generales sobre el sistema de tracción eléctrica de los trenes.

(Se continuará.)

JOSÉ GRAÍÑO.

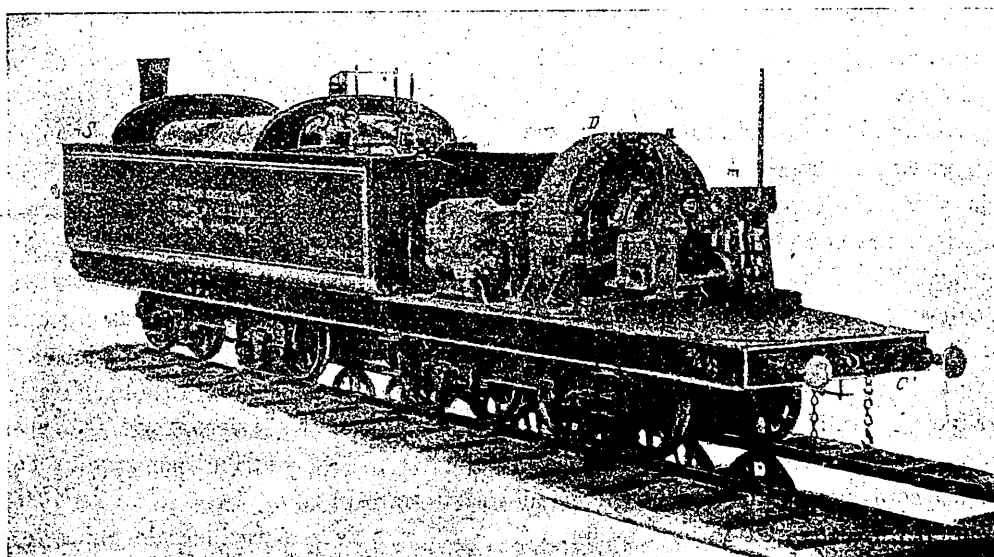


Fig. 12