

## Un nuevo Coche Automotor de Benzol para Ferrocarriles

por

ERNESTO LEYSER

(*Conferencia dada en el Instituto el 24 de Agosto de 1923*)

Ya desde mucho tiempo los ingenieros de los ferrocarriles de todos los países han tratado de rebajar siempre más los costos de transporte, tanto de pasajeros, como de materiales. No cabe duda que debido a la guerra europea, cuyas consecuencias se hacen sentir día por día, no sólo en Europa sino en casi todo el mundo, los ensayos hechos en este sentido han debido intensificarse hasta dar sus frutos en forma de construcciones de nuevos tipos de coches para ferrocarriles.

No es de extrañar que hayan sido especialmente los ingenieros alemanes los que trataron con más empeño este problema, puesto que Alemania es el país que ha debido sufrir más por la restricción de la base de sus combustibles. Pero también en otros países, donde el precio de los combustibles es relativamente alto, el empleo de estos nuevos coches despertará sin duda bastante interés. Encontrándose Chile en este caso y estando la Dirección de los Ferrocarriles del Estado empeñada de usar en favor del país siempre los medios de locomoción más modernos será de bastante interés la descripción de una automotriz construida por la Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft (AEG) Berlín junto con la Nationale Automobil Gesellschaft (NAG) Berlín, coche que ya ha sido probado desde hace algunos años en el servicio regular de ferrocarriles y que siempre ha dado resultados muy favorables.

Tiene aplicación principalmente para el servicio de viajeros y cargas en ramales, en ferrocarriles secundarios y de trocha angosta, sustituyendo ventajosamente a todos los otros medios de locomoción conocidos hasta hoy día, tales como: trenes a vapor, automotrices a vapor o con acumuladores, así como automotrices también de motor a explosión, pero con trasmisión de fuerza por intermedio de dinamo y motores eléctricos.

Claro está que en los cortos ramales trenes largos con locomotoras a vapor no pueden dar un rendimiento económico; disminuyendo el número de coches en tales trenes, resultaría un rendimiento menor todavía, por ser construídas las locomotoras a vapor para potencias demasiado grandes.

Es esta la causa porque los ingenieros de ferrocarriles de todos los países se han ocupado desde mucho tiempo en la construcción de automotrices. A mediados del siglo pasado se usaban automotrices a vapor, coches que a nosotros parecen antiquísimos, por ser el servicio muy caro con respecto a la manutención y el consumo del carbón. Además, muchas veces, es muy difícil obtener agua adecuada para la alimentación de las calderas.

La automotriz eléctrica con acumuladores tiene un peso exagerado y un radio de servicio muy reducido por la necesidad de la carga de las baterías.

El motor de explosión facilitaba la posibilidad de construir coches livianos, rápidos y aptos para recorrer grandes distancias siendo independientes al mismo tiempo de los depósitos de carbón y agua. Los primeros coches que se construyeron con ésta clase de motores, estaban provistos de transmisión eléctrica de fuerza, es decir, el motor de explosión estaba acoplado con un dinamo y la corriente eléctrica se trasmitía a uno o más motores eléctricos. Coches de esta clase se usaban durante muchos años con resultados satisfactorios en el servicio. El inconveniente más grande que tienen, es el peso y el precio muy altos.

Por este motivo se hicieron pruebas de transmisión mecánica de fuerza y después de muchos ensayos y pruebas se logró construir un dispositivo que daba un resultado excelente, trabajando con la misma seguridad y regularidad como con la transmisión eléctrica.

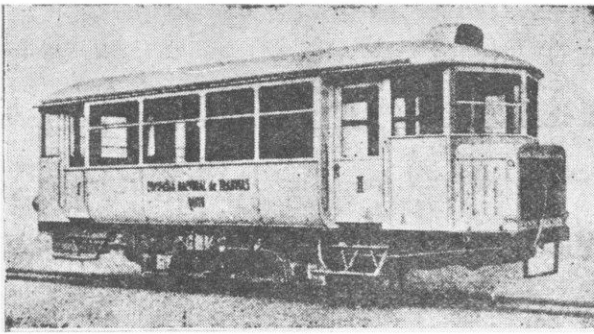


Fig. 1

Las características de este nuevo coche automotor, en la construcción del cual se tomaron en cuenta toda la práctica y técnica de los servicios ferroviarios, son las siguientes:

Peso liviano y como consecuencia, presión axial reducida, aún en el modelo de 2 ejes; precio bajo, mecanismo fácilmente accesibles y buen aspecto del coche, gasto económico del

combustible, construcción sólida, duración ilimitada por el fácil intercambio de las piezas gastadas y last not least, el arranque y cambio de una velocidad a otra sin sacudida alguna por utilizarse un mecanismo especial de mando por aire comprimido.

En la construcción del coche de vía normal se cuidó especialmente de obtener la mayor resistencia con el menor peso posible.

La fig. 1 representa un coche suministrado por la Cía. Nacional de Tranvías de Quito (Ecuador).

El pesado techo de lumbreras está sustituido por un techo ligero sin orificio alguno, produciéndose una eficiente ventilación por medio de las ventanas di puestas en la parte superior en forma de celosía en el departamento de

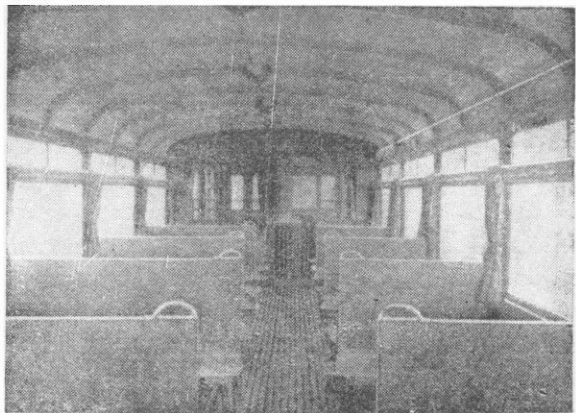


Fig. 2

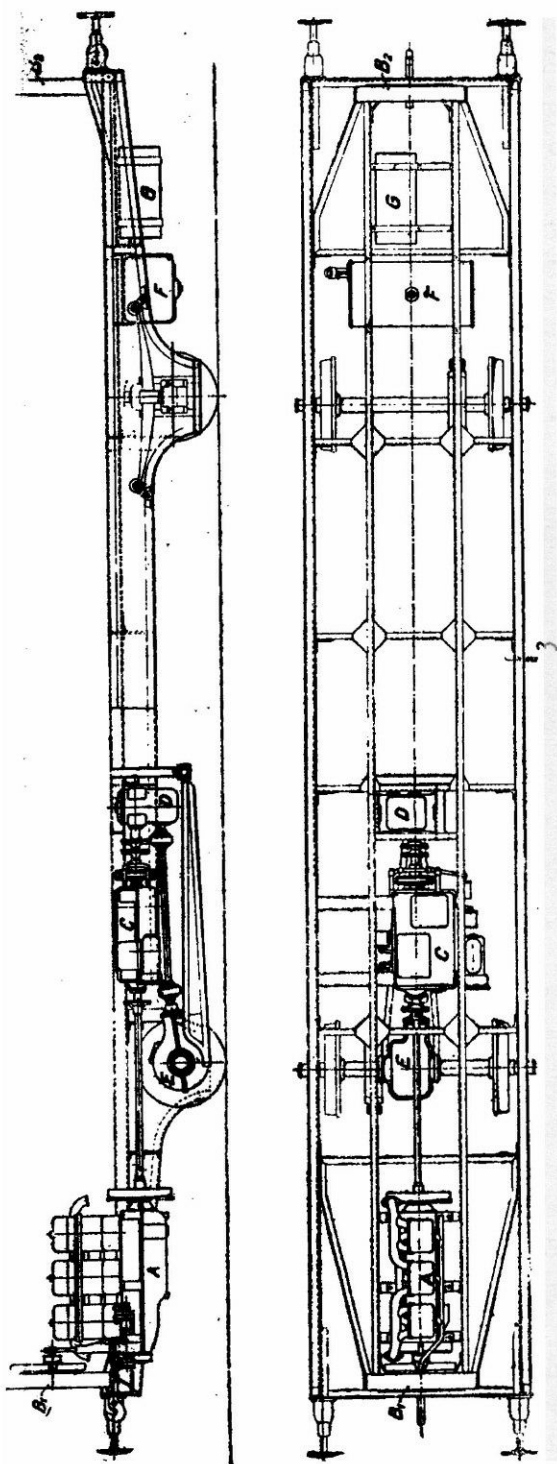


Fig. 3 y 4.

viajeros y con dispositivos para bajar y subir por los costados de la plataforma.

En el interior, fig. 2, están dispuestas dos series de bancas de madera o de cuero para 24 hasta 64 pasajeros, según el modelo aceptado.

Las plataformas comunican con el exterior por puertas que se abren hacia afuera, siendo de notar que la puerta destinada al departamento de equipajes es de 2 hojas para facilitar la entrada de mercaderías voluminosas. El departamento interior está separado de las plataformas por dos portezuelas correderizas.

Las principales características de construcción de la maquinaria se ven en las fig. 3 y 4. El motor A queda montado con el refrigerador B1 en un bastidor liviano, pero bastante fuerte para un servicio continuo. En caso necesario se puede aumentar la refrigeración del agua colocando otro refrigerador B2 al otro frente del coche.

El eje del motor está acoplado con el cambio de velocidad C detrás del cual se puso el inversor de marcha D. Desde aquí la energía es transmitida al eje motriz del coche por cardán y ruedas cónicas E.

El depósito del combustible F y la batería eléctrica G para el arranque del motor están colocados debajo del bastidor. La batería tiene que dar también la corriente para la luz del coche.

El motor, fig. 5, rebajado en el bastidor, que es de 6 cilindros y de 4 tiempos con 950 revoluciones por minutos desarrolla 75 HP a 760 m|m de presión barométrica. Estando las masas en movimiento perfectamente equilibradas, no se produce la menor trepidación y por esto no es preciso emplear muelles de suspensión, ni juntas elásticas amortiguadoras sobre el marco. Los 6 cilindros tienen su camisa de refrigeración directamente fundida y están agrupadas en series por pares en 3 bloques independientes.

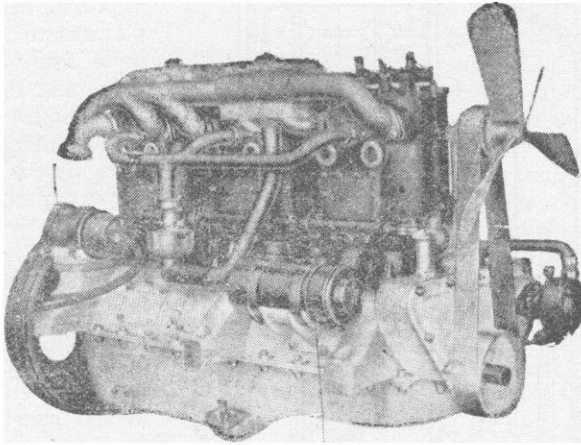


Fig. 5

Las válvulas están protegidas por una cubierta que evita la penetración del polvo y del agua, dando al mismo tiempo al motor un aspecto muy sólido y macizo. Las válvulas están suspendidas en las cabezas de los cilindros.

Los pulsadores de los vástagos de las válvulas pueden ajustarse a medida que se desgastan. Con esta construcción la potencia del motor se mantiene inalterada y se evita además el traqueteo, que se manifiesta en el desgaste de las válvulas.

Normalmente el arranque del motor se verifica eléctricamente, aunque puede efectuarse mecánicamente por medio de una manivela en caso necesario.

Como combustible se puede usar: bencina, benzol o derivados parecidos. El carburador normal es el inyector Pallas, bien conocido por su buen rendimiento y fácil manejo. El aire necesario se calienta por los gases de escape antes de entrar al cilindro de manera que la mezcla entra siempre a una temperatura igual y favorable.

Se enciende el combustible por chispas producidas por un magneto Bosch. El momento en que se produce la chispa varía automática e independientemente del conductor del coche y se ajusta en cada momento a la velocidad del motor. Se obtienen así el mejor rendimiento y el momento más favorable para encender el combustible con relación a cada número de revoluciones del motor.

Se ha previsto además un regulador que limita la velocidad máxima, que conviene no exeder.

La parte superior e inferior del casco están tan perfectamente unidas que es prácticamente imposible que se escurra el aceite o penetre el polvo. El casco sirve al mismo tiempo como depósito de aceite.

La lubricación se hace a presión y automáticamente por medio de una bomba de engranaje accionada por el árbol de excéntricas, siendo lubricados primeramente los cojinetes del cigueñal. En seguida el aceite es lanzado por anillos especiales a los cojinetes de las bielas. El excedente de aceite vuelve al casco donde después de pasar por un filtro, puede ser utilizado de nuevo.

El enfriamiento del agua que rodea los cilindros se efectúa por refrigerador de paral con paso de aire forzado por ventilador accionado por correa. Si el motor debe estar sometido a un trabajo forzado, así como para servicios en los trópicos, se le equipa con otro refrigerador suplementario dispuesto en el otro frente del coche.

La circulación del agua se verifica por bomba de engranaje movida en la misma forma como la bomba de aceite. Las dimensiones grandes y la construcción especial de los refrigeradores son los más ventajosos por reducir al mínimun la cantidad de agua que se pierde por vaporización.

En la plataforma delantera se ha previsto una chimenea desde el motor hasta el techo del coche para dar salida a los gases que provienen de la combustión y del aceite quemado.

Especial cuidado se puso al proyectar la trasmisión mecánica de fuerza, pues era en ello donde radicaba, como ya hemos visto, principalmente, la no aplicación de los automotrices con motor de explosión para servicios ferroviarios. Primeramente se trató de utilizar el mismo mecanismo de cambio de velocidad que se usa en los automóviles o sea un eje correrizo terminado en una rueda dentada que se engrana con el piñón correspondiente a la velocidad requerida. Al poco tiempo se vió que era inadecuado este mecanismo por ser muy grandes las fuerzas y masas que era necesario combinar. Es evidente que las fuerzas y masas de un coche de ferrocarriles

son mucho mayores que las de los camiones más pesados. El embrague y desembrague de las ruedas dentadas que hay que efectuar desde las dos plataformas del coche, sería muy difícil con la construcción normal usada en los automóviles. Además el desgaste de las ruedas sería enorme. Pronto se producirían ruidos insoportables en el carácter del cambio de velocidades y las consiguientes rupturas en los dientes de las ruedas imposibilitarían el funcionamiento del coche.

Por eso se contruyó un mecanismo de cambio de velocidad nuevo que tiene tantos pares de ruedas como velocidades se necesitan. Las ruedas engranan constantemente pero jiran locas hasta que por medio de aire comprimido se embraga el acoplamiento de que están provistas, con el árbol.

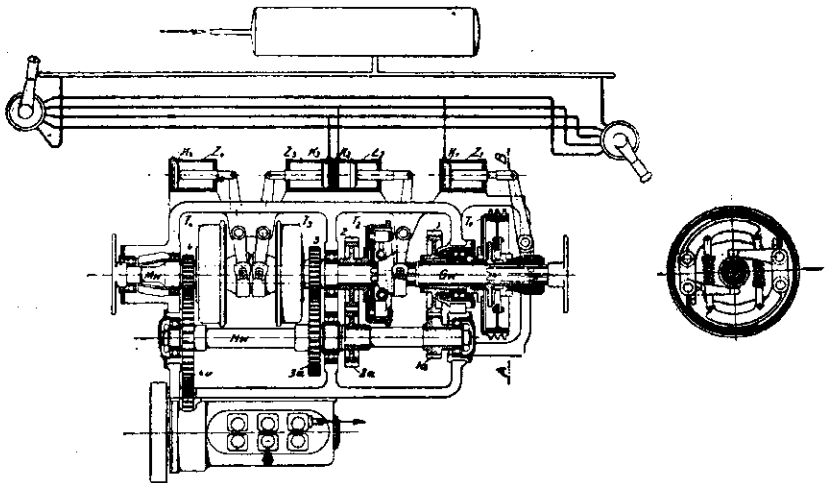


Fig. 6

El árbol principal Mw, fig. 6, que está embragado por un acoplamiento elástico con el árbol del motor trabaja sobre el árbol auxiliar Nw por medio de las ruedas dentadas 4 y 4a. Las ruedas 1.ª hasta 4.ª están montadas rígidamente en el árbol Nw. En el árbol Gw están montadas las ruedas 1-3 y junto con ellas están los tambores de los acoplamientos T1 hasta T3. Para corregir la primera velocidad, el conductor, después de haber puesto en marcha el coche por medio del arranque eléctrico, deja entrar aire comprimido en el cilindro Z1 girando la manivela de marcha, a la posición 1. El aire mueve el émbolo K1 y empuja así por medio de una palanca un cono que hace oprimir dos zapatas contra la circunferencia interior del tambor.

El tambor 1 estando unido con la rueda 1 el árbol Gw que acoplado con el árbol del motor por medio de las ruedas 1.<sup>a</sup>, 4.<sup>a</sup> y 4.

Dando vuelta a la manivela a la posición 2 se desacopla el tambor 1 y se acopla el número 2. En la misma forma se sigue con las velocidades 3 y 4. En la cuarta velocidad el árbol Mw queda acoplado directamente con Gw por medio del tambor Tw, mientras que en éste caso el árbol Nw queda jirando loco. Para evitar completamente los golpes en el cambio de una velocidad a otra, el conductor del coche tiene que disminuir en algo la velocidad del motor antes de embragar la próxima velocidad.

Detrás del cambio de velocidad y unido al árbol principal por un acoplamiento a discos, está colocado el inversor de marcha. Es claro que la inversión de la marcha no debe efectuarse sino estando parado el coche. Por eso se podía aplicar para dicho dispositivo el mismo mecanismo empleado en los automóviles, o sea un piñón móvil que se interpone a uno u otro juego de ruedas dentadas. Podría también maniobrase dicho mecanismo de la misma manera que se usa en los automóviles, pero ya que se dispone de aire comprimido, se aplica este para el mando. El manejo es igual al del mecanismo del cambio de velocidad, es decir, por medio del aire comprimido se mueve un émbolo y así también se mueve el piñón móvil.

La transmisión de la energía desde el inversor de marcha al eje motriz del coche, se efectúa por cardán y ruedas dentadas cónicas. Generalmente uno de los ejes del coche es sólo motriz, pero si fuera necesario puede hacerse que también los dos lo sean, utilizando otro nuevo cardán, que está movido también desde el inversor de marcha.

Los coches se suministran con freno ordinario de volantas y tornillo sin fin y con freno de aire comprimido. En los dos frentes del coche están dispuestos unos tubos con bridas para suministrar el aire comprimido necesario para la maniobra de los frenos de los remolques.

Las lámparas interiores, faros, etc., o sea el alumbrado general de la automotriz y de los remolques, están alimentadas por un dinamo de la conocida fábrica Bosch de Stuttgart, de 225 wattios, accionada por el mismo motor principal del coche. En paralelo con la dinamo se ha previsto una batería de acumuladores que, además de utilizarse como reserva para el alumbrado, sirve para el arranque eléctrico del motor.

Para la calefacción de la automotriz se puede utilizar radiadores dispuestos bajo los bancos o a lo largo del coche, cuyos elementos están alimentados por el agua de refrigeración del motor.

Al equipo del coche pertenece un pito de alarma, una campana, y un lanzarera, accionados todos por aire comprimido. Se puede suministrar también una campana con accionamiento mecánico por pedal, como se usa en los tranvías.

Todas las palancas de maniobras, botones para el timbre, manómetro, i dica-

dor de velocidad etc. están agrupados sobre un pupitre de manera que el conductor puede observarlo perfectamente.

Los pupitres están colocados en cada frente del coche y tienen una tapa para cerrarlos al cambiar el conductor la plataforma.

Los coches son construídos en 5 tipos normales, cuyas características principales son las siguientes:

Tipo	asientos	Peso del Coche t.	Largo total m.	Motor HP.	Disposición de ejes	Peso correspondiente al asiento o
A 1	24	9,1	10,78	50	2 ejes	380
A 2	32	9,4	11,—	50		295
A 3	50	11,5	13,87	75	2 bogies	230
B 1	48	14,0	13,73	75		292
B 2	64	21,0	16,00	2 A 75		310

En la línea horizontal una automotriz sin remolque, usando 50 HP en la circunferencia de las ruedas motrices, tiene una velocidad de 55-60 Km/hora.

Usando 100 caballos ésta velocidad se aumenta hasta 70-80 Km/hora.

En una grandiente de 1% las velocidades correspondientes por hora son de 35-47 Km. con 50 caballos y 55-68 Km. con 100 caballos; en una grandiente de 2% resultan 23-35 Km. y 42-58 Km.

Formando un tren de una automotriz con un carro de remolque resulta un peso total del tren de 24 hasta 42 tons. según el modelo de la automotriz. Para obtener una velocidad por hora de 55-50 Km. en la horizontal, se necesita 50 HP a la circunferencia de las ruedas, y 100 HP para una velocidad de 72-65 Km. En una grandiente de 1% con 50 o 100 HP resultan velocidades de 35-23 y 56-40 Km. respectivamente; en una grandiente de 2% la velocidad es de 24-14 y 42-27 Km. respectivamente.

Acoplado dos carros de remolque resulta un peso del ten de 34-60 tons. y la velocidad por hora en la horizontal con 50 o 100 HP es de 50-42 y 68-58 Km. con una grandiente de 1% 28-18 Km. y 47-33 Km.

El año ppdo. se hicieron en Alemania pruebas para usar parafina como combustible de los motores, las que dieron un resultado muy satisfactorio. Después de una marcha de  $\frac{3}{4}$  de año los residuos de la parafina en los cilindros del motor no eran mayores que los de la bencina.



El consumo de los varios combustibles por caballo-hora es más o menos el siguiente:

con bencina .....	260 grs.
” bencina pesada .....	300 ”
” parafina.....	320

es decir 30 grs. de bencina para la puesta en marcha y 290 grs. de parafina.

Como la capacidad del motor empleando parafina es algo menor que al emplear bencina, se usan los mismos cilindros de un diámetro interior algo mayor. El resto del motor no se cambia en nada.

De la descripción del coche se ve que esta automotriz es un medio de locomoción muy apropiado para los ferrocarriles de países con una población relativamente poco densa.

El servicio puede adaptarse fácilmente a las necesidades del vecindario sin gastar combustible cuando los coches están parados. Los coches siempre están listos para la marcha y usando carros de remolque se puede trasportar en caso necesario 2 y 3 veces más pasajeros que con la automotriz sola.