

$$m(n) + H(n) + V(n) = \int_0^1 \left( \lambda l^2 + \frac{l^5}{3} - \lambda la - \frac{l^2 a}{2} + \frac{a^5}{6} \right) p da$$

cuyos segundos miembros valen, respectivamente

$$p \left( \frac{l^2}{2} a + l \lambda a + \frac{a^5}{6} - \frac{la^2}{2} - \frac{\lambda a^2}{2} \right)_c$$

$$p \left( \frac{l \lambda^2 a}{2} + \frac{\lambda l^2 l}{2} + \frac{l^2 f l}{3} - \frac{\lambda l a^2}{2} - \frac{2 l f a^2}{6} - \frac{\lambda^2 a^2}{4} + \frac{\lambda a^5}{6} + \frac{2 f a^4}{3 l} - \frac{f a^5}{15 l^2} \right)_c$$

$$p \left( \lambda l^2 a + \frac{l^5 a}{3} - \frac{\lambda l a^2}{2} - \frac{l^2 a^2}{4} + \frac{a^4}{24} \right)_c$$

y sustituyendo límites

$$p \left( \frac{l^2 \lambda}{2} + \frac{l^5}{6} - \frac{l^2 c}{2} - l \lambda c - \frac{c^3}{6} + \frac{l c^2}{2} + \frac{\lambda c^2}{2} \right)$$

$$p \left( \frac{\lambda^2 l^2}{4} + \frac{\lambda l^5}{6} + \frac{f l^5}{10} - \frac{l \lambda^2 c}{2} - \frac{l^2 \lambda c}{2} - \frac{l^2 f c}{3} + \frac{\lambda l c^2}{2} + \frac{l f l^2}{3} + \frac{l^2 c^2}{4} - \frac{\lambda c^3}{6} - \frac{f c^4}{6 l} + \frac{f c^5}{15 l^2} \right)$$

$$p \left( \frac{\lambda l^5}{2} + \frac{l^4}{8} - \lambda l^2 c - \frac{l^5 c}{3} + \frac{\lambda l c^2}{2} + \frac{l^2 c^2}{4} - \frac{c^4}{24} \right)$$

Resumiendo, pues, llegamos a plantear un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas *m*, *H* y *V*, en el que los primeros miembros son los comunes a los tres casos, y los segundos miembros serán la suma algebraica de los correspondientes para cada caso.

Sólo nos queda ya sustituir valores numéricos y resolver el sistema.

(Continuad.)

## AUTOMOTORES PETRÓLEO-ELÉCTRICOS CON MOTOR DIESEL DE LOS FERROCARRILES SUECOS

Los automotores petróleo-eléctricos se han estudiado desde hace algunos años, con objeto de suplir a los automotores o locomotoras de vapor, y si bien hasta ahora no se ha extendido mucho esta clase de carruajes, no carece, sin embargo, de interés, sobre todo en los países ricos en combustibles líquidos, y aun puede vislumbrarse su empleo para la tracción en ciertas líneas, como las transafricanas, donde faltan el carbón y el agua y donde la electrificación por hilo de contacto aéreo arrastraría gastos desproporcionados con el tráfico que podría preverse en el período de iniciación.

Entre los motores que pueden instalarse en automotoras de este género, con transmisión eléctrica entre ellas y los ejes, los motores Diesel ofrecen las ventajas bien conocidas de economía y robustez, que ha hecho que se adopten a bordo de los submarinos y de otros muchos barcos.

Por esta razón, M. A. B. consagra un estudio a diversos modelos de automotoras de este género, que llama, para abreviar, «Diesel-eléctricas», y que circulan desde hace algunos años en varias líneas de algunas pequeñas Compañías suecas de ferrocarriles. Este estudio ha sido publicado en *Le Génie Civil*, y esta nota es un resumen del mismo.

Hay, por lo menos, cuatro modelos diferentes, perfeccionados sucesivamente, de estas automotoras, puestas en servicio en Suecia, entre 1913 y 1917, y que han funcionado en cuanto ha sido posible procurarse el petróleo necesario para sus motores; han reanudado, por otra parte, su servicio tan pronto como esta penuria ha desaparecido.

Cada uno de estos modelos lleva un motor Diesel de seis (y aun de ocho) cilindros (figuras 12 y 13), que gobiernan directa-

mente una dinamo, la cual mueve dos motores montados sobre los ejes más próximos de en medio del carruaje, o sobre los que están más alejados del motor Diesel.

En el primer modelo (figuras 1.<sup>a</sup> a 5.<sup>a</sup>), uno de los extremos está dispuesto como sala de máquinas, con el puesto del mecánico; vienen en seguida un furgón, un compartimiento postal, un compartimiento de tercera clase (31 plazas), un retrete, un vestíbulo de entrada, un pequeño compartimiento de segunda clase (10 plazas) y, en fin, una caseta de maniobra para la marcha hacia atrás.

El segundo modelo difiere poco del primero, pero es más ligero.

Las figuras 6.<sup>a</sup> a 10 dan también los planos del tercer modelo, en el cual el motor Diesel está instalado en medio, en tanto que los dos extremos de la caja están ocupados por furgones de mercancías o para el servicio de correo y por las dos casetas de gobierno. Aquí los ejes son independientes, mientras que el cuarto modelo, cuya caja es análoga al precedente, está montado sobre dos bogías, cada una de las cuales lleva un electromotor. El reparto de las cargas es aquí simétrico con relación a los planos medios del carruaje.

La regulación del caudal de la bomba, según la carga, se hace por un regulador que actúa sobre aquélla. El combustible se inyecta por el aire comprimido a 60 atmósferas, próximamente, suministrado por el compresor. Como este compresor no da aire al ponerse en marcha, existen unos depósitos de aire que se cargan automáticamente durante la marcha del motor. Los gases quemados se conducen por un colector a un receptáculo de escape y salen por encima del techo del carruaje. El enfriamiento de los cilindros y del compresor se hace por el agua puesta en circulación por una bomba montada en el extremo del árbol de distribución. Esta agua se enfría en un radiador montado sobre el techo. Para impedir que el agua se enfríe demasiado se puede montar alrededor del radiador un marco de madera, sobre el cual se tiende tela; en cada extremo de este marco están dispuestas unas puertas, que se pueden abrir desde el interior del carruaje para regular la temperatura del agua. Se puede también, en invierno, dejar al agua pasar por los radiadores del carruaje, para la calefacción.

El engrase del motor se hace por una bomba que conduce el aceite bajo presión a todos los cojinetes. Antes de volver a la bomba, pasa este aceite por un filtro de radiador colocado bajo el carruaje, para que se enfríe. Unos depósitos para el agua y el aceite combustible están dispuestos bajo el techo del carruaje. Estos depósitos se llenan por cañerías exteriores y bombas de mano colocadas en la cámara de las máquinas.

El motor se pone en marcha eléctricamente por medio de una batería de acumuladores, situada debajo del carruaje. En este momento la dinamo trabaja como motor, y todas las conexiones necesarias se hacen automáticamente girando la manivela del registrador en la caseta del conductor. Sobre el motor está montado un pequeño compresor que da el aire a 6 atmósferas, próximamente, para los frenos, señales y enarenamiento.

He aquí los resultados de los ensayos del motor de un carruaje verificados por M. Hubendick en 1916:

Calibre del cilindro, 200 milímetros.  
Curso, 240 milímetros.  
Combustible, aceite de Texas.

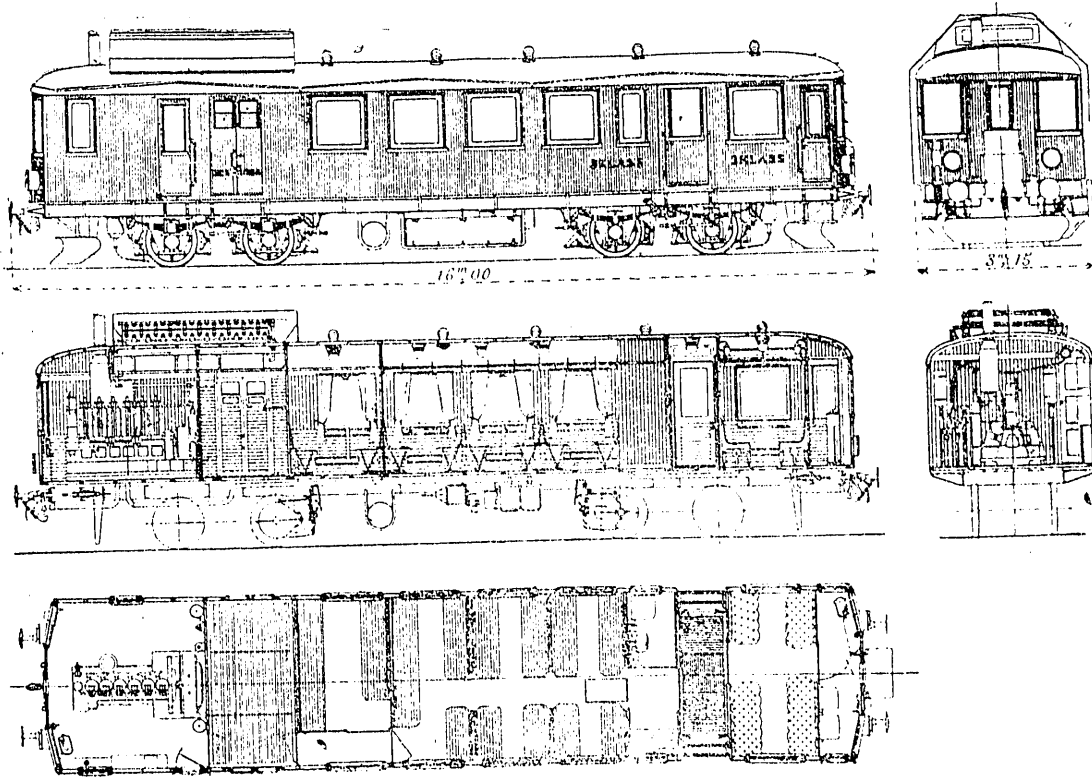
	Ensayo núm. 1.	Ensayo núm. 2.
Duración del ensayo, minutos.....	44	44
Carga, por 100.....	100	110
Vueltas por minuto.....	500	495
Potencia, caballos.....	120	132

Consumo de aceite:

Total, gramos.....	16.900
Por hora, idem.....	23.040
Por caballo-hora.....	192
Presión del aire de inyección, kilogramos por centímetro cuadrado.....	56

*Equipo eléctrico.*—Las máquinas eléctricas del carruaje transmiten la potencia del motor Diesel a los ejes motores de tal modo, que se puede utilizar toda la potencia del motor, cualquiera que sea la velocidad.

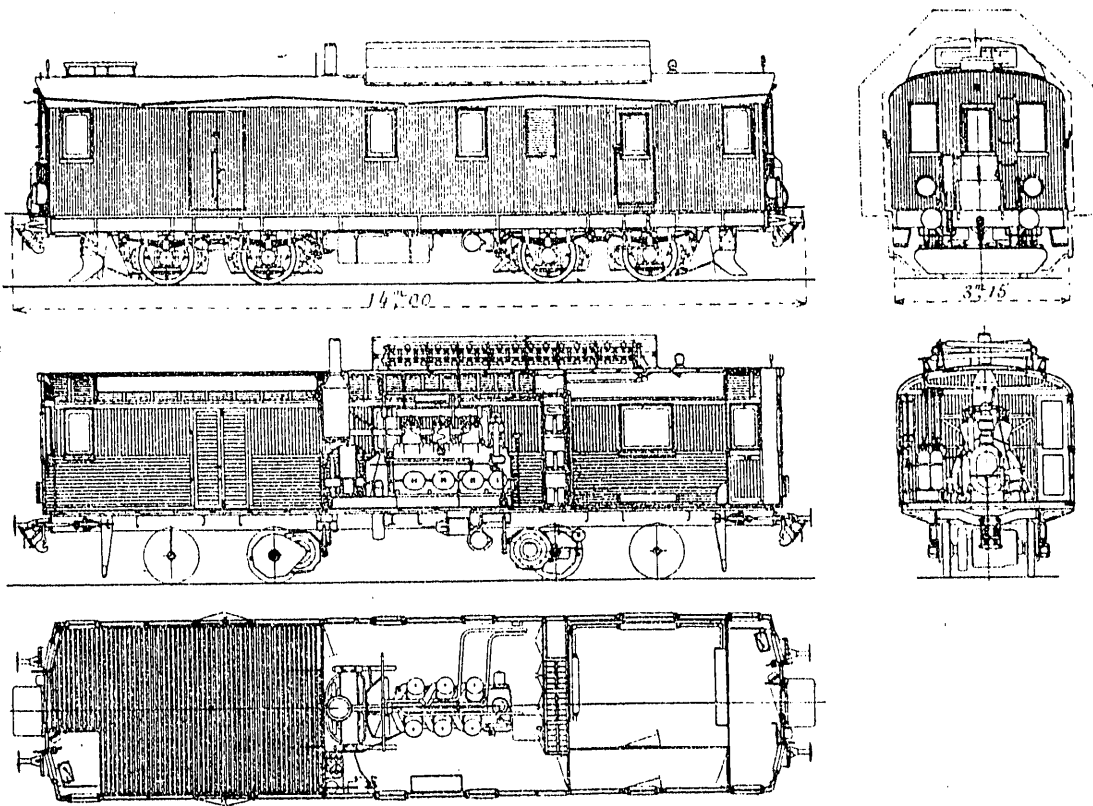
Los dos motores de tracción son motores serie, con polos de conmutación, y arrastran los dos ejes de en medio, por engranajes cilíndricos. Sus armaduras están completamente cerradas y divididas en dos mitades, de las que la inferior puede rebatirse



Figs. 1.<sup>a</sup> a 5.<sup>a</sup>

La dinamo está montada sobre la misma bancada que el motor Diesel y arrastrada por él, con un acoplamiento elástico. La dinamo da corriente continua cuya tensión puede variar entre límites muy amplios, hasta 550 voltios, próximamente. Es de

se alrededor de una charnela; de este modo, el interior del motor puede examinarse sin levantar el carruaje. Los motores están fijados por un lado por dos cojinetes sobre el eje; por el otro lado, unas suspensiones de resorte permiten a los motores se-



Figs. 6.<sup>a</sup> a 10.

ocho polos, y está provista de polos de conmutación, con excitación shunt y serie (ésta está en circuito solamente cuando la generatriz trabaja como motor para la puesta en marcha del motor Diesel por los acumuladores).

guir los movimientos de los ejes. En caso de avería en un motor, el conductor puede, desde su sitio, ponerle fuera de servicio y continuar con el otro.

Los diagramas de la figura 11 indican las velocidades que se

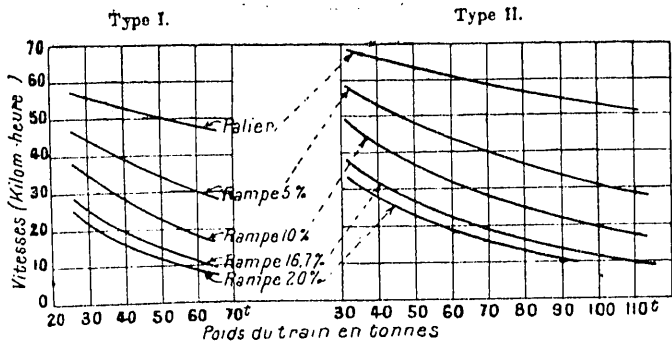


Fig. 11.

pueden obtener con dos tipos de carruajes con diferentes cargas y sobre diversas rampas de la vía. De ellos resulta que un tren de 40 toneladas remolcado por un carruaje del primer modelo realiza las velocidades siguientes:

	Kilómetros por hora.
En horizontal.....	53
En rampa de 5 por 1.000.....	39
— 10 —.....	28
— 16,7 —.....	19

marcha y el otro para regular la velocidad del carruaje. El cambio de marcha se hace estando parado el motor Diesel. Como sucede en los tranvías, la manivela del tambor de cambio de marcha no puede quitarse más que en la posición cero, y en esta posición no se puede hacer girar el tambor de cambio de velocidad. Por consecuencia, cuando está ausente el conductor, que deberá siempre llevarse la manivela del tambor de cambio de marcha, no es posible realizar ninguna maniobra con el registrador. El tambor de cambio de velocidad gobierna la puesta en marcha del motor Diesel, la puesta en circuito de los motores eléctricos y las variaciones de velocidad. La manivela de este tambor está provista de un botón de seguridad, que se debe apretar durante la marcha del motor para que no se pare.

En estas condiciones, la conducción del carruaje es muy sencilla. Al partir, la manivela del cambio de marcha se pone en el sentido que se desea; se aprieta el botón de seguridad y se gira la manivela de cambio de velocidad hasta el primer tope; en este momento el motor Diesel se pone en marcha. En el segundo tope, las conexiones de la puesta en marcha por los acumuladores están cortadas; en el tercer tope el carruaje arranca. Al continuar girando la manivela, se aumenta el voltaje de la dinamo y, por lo tanto, la velocidad del carruaje. En la parada, se suelta el botón de seguridad para hacer que se pare el motor

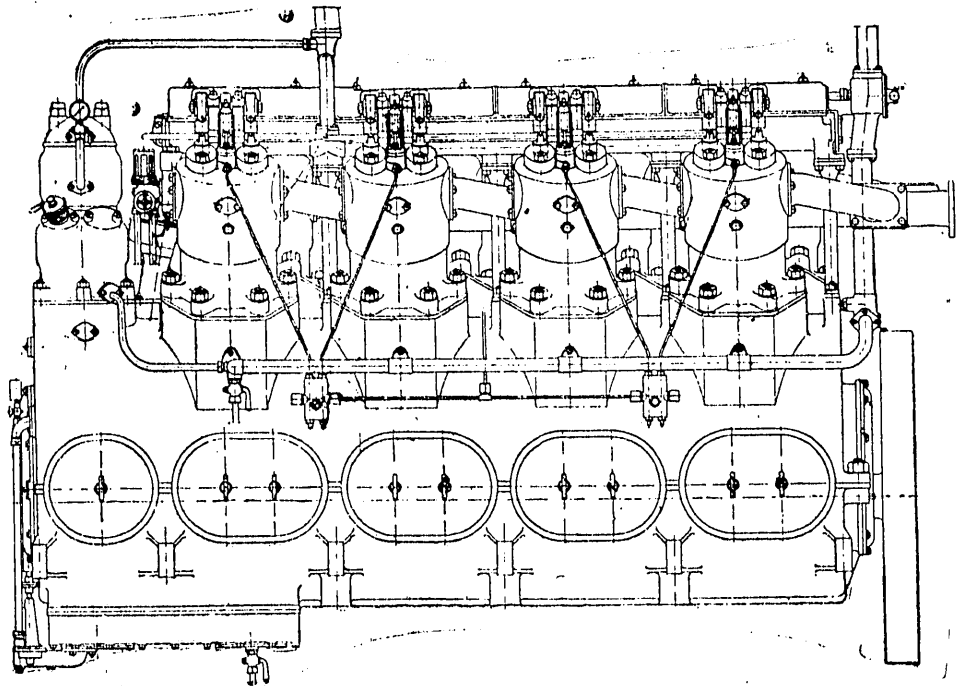


Fig. 12.

Con un carruaje del segundo modelo, con la misma potencia del motor, pero en vía estrecha, se obtienen velocidades algo mayores. Los modelos tercero y cuarto están provistos de motores más potentes y están destinados a trenes más pesados.

Diesel, y después se lleva la manivela a la posición de partida. Cuando no hay necesidad de fuerza motriz, es decir, en las bajadas, o cuando el tren está parado, el motor Diesel no gira, pero se pone en marcha instantáneamente cuando es necesario;

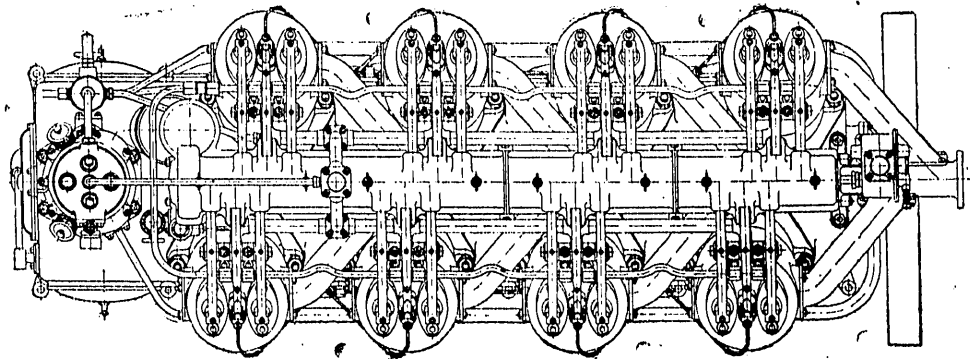


Fig. 13.

En las casetas de maniobra están colocados todos los instrumentos necesarios para conducir y frenar el carruaje y para registrar la marcha de las máquinas.

Los registradores tienen dos tambores: uno para el cambio de

esto produce, naturalmente, economías de combustible y de aceite de engrase, disminuye el deterioro de las máquinas y suprime las vibraciones durante las paradas del carruaje.

La corriente de tensión constante necesaria para la puesta en

marcha del motor Diesel y para el alumbrado se suministra por una batería de acumuladores suspendida bajo el carruaje. Esta batería se carga automáticamente durante la marcha; se puede también cargarla durante la parada del carruaje, operando de la misma manera que para el arranque, pero después de haber puesto el conmutador sobre la señal «carga»; los motores de tracción están, en este caso, fuera de circuito.

He aquí las características de las automotoras petróleo-eléctricas de motor Diesel:

	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV
Anchura de la vía, metros.....	1,435	0,891	1,425	0,891
Potencia del motor, caballos.....	75	75	120	120
Longitud entre topos, metros.....	16	15,25	14	10,85
Idem de la caja, idem.....	15,10	14,40	13	10
Anchura de la caja, idem.....	3,15	2,60	3,15	2,60
Altura total, idem.....	3,70	3,42	3,69	3,40
Idem interior, idem.....	2,35	2,25	2,31	2,25
Separación total de los ejes, idem..	10	»	8,50	»
Entre eje de las bogias, idem.....	»	9,45	»	5
Separación de las ruedas de las bogias portadoras, idem.....	»	1,65	»	2,10
Idem id. id. motoras, idem.....	»	2,10	»	2,10
Peso total, comprendido el combustible, toneladas.....	29,30	26,40	32,85	27,60

*Resultados de los ensayos.*—En febrero de 1919, M. Hubendick obtuvo los datos siguientes con un tren que comprendía: una automotora Diesel-eléctrica, del tipo III; un carruaje de bogias y un carruaje de dos ejes; el tren contenía 139 pasajeros:

	PESO
	Toneladas.
Carruaje motor.....	32,8
Idem de bogias.....	23,8
Idem de dos ejes.....	16
<i>Total</i> .....	72,6
139 personas, a 75 kilogramos.....	10,4
<b>TOTAL GENERAL</b> .....	83

He aquí los datos obtenidos durante un doble viaje:

	Stokolmo-Vasteras.	Vasteras-Stokolmo.
Distancia, kilómetros.....	111	111
Número de las estaciones con parada.....	8	8
Duración de la marcha del carruaje.....	3 h. 1 m.	2 h. 55 m.
Idem id. del motor.....	1 h. 59 m.	2 h. 11 m.
Relación de estas duraciones.....	65,5 %	74,5 %
Velocidad media por hora, kilómetros....	36,8	38,2
Consumo total de combustible, kilogramos	47,5	46,5
Idem de combustible por kilómetro, gramos	428	419
Idem id. por tonelada-kilómetro, siendo el peso medio del tren de 83 toneladas, gramos.....	5,33	5,24
Densidad del aceite combustible.....	0,815	0,815

He aquí, por otra parte, el consumo de combustible registrado durante dos semanas de explotación:

	Primera semana.	Segunda semana.
Peso del tren, toneladas.....	61,5	81
Consumo de combustible por tonelada-kilómetro, gramos.....	6,11	5,38

El consumo de aceite para el engrase fué de 11,3 gramos por kilómetro.

*Resultados de los carruajes en servicio.*—Una estadística del servicio de seis carruajes de 75 caballos que se han puesto en servicio durante los años 1913 a 1917 da indicaciones bastante interesantes. Como esta estadística abraza más de 650.000 kilómetros, su exactitud debe ser satisfactoria. En 1917 estos carruajes estuvieron momentáneamente detenidos a consecuencia de la falta de combustible; pero a fines de 1919, la distancia total recorrida era de más de un millón de kilómetros, lo que corresponde a un viaje cotidiano de más de 600 kilómetros durante cuatro años y medio. Los resultados de esta estadística son los siguientes:

Distancia total recorrida, kilómetros.....	658.889	
Número de días de servicio.....	4.380	
Distancia recorrida sin remolque, kilómetros.....	395.664	
Idem id. con remolque, idem.....	263.225	
Número de kilómetros por día.....	150	
Idem de toneladas-kilómetros.....	22.875.690	
Peso medio del tren, toneladas.....	34,8	
Consumo de combustible por tonelada kilómetro, gramos.....	9 65	
Idem de aceite de engrase por kilómetro.....	11,95	
Gastos.	Materiales diversos, öre (1,39 francos a la par) por kilómetro.....	0,17
	Personal, idem.....	7,97
	Limpieza, idem.....	0,60
	Reparaciones entretenimiento, idem.....	4,82

Estos resultados, concluye el autor del artículo, son muy estimulantes, sobre todo si se les compara con los obtenidos con otros vehículos petróleo-eléctricos, cuyo consumo específico era generalmente, por lo menos, el doble. A causa del mal rendimiento global de las locomotoras de vapor y del elevado precio del carbón en Suecia, se ha podido hacer constar que, en igualdad de condiciones, un tren Diesel-eléctrico no gastaba (como costo del combustible) más de un 6 por 100, próximamente, con relación a un tren de vapor. Por esta razón, se construyen ya automotoras de motores de 160 y aun de 250 caballos, esperando mejorar todavía. Un motor de 250 caballos permite impulsar un tren de 300 viajeros.

## REVISTA EXTRANJERA

### Maniobras con las agujas del New-York Central en invierno (Conclusión).

La prueba más rigurosa se hizo en Harmon, situada, próximamente, a 51,500 kilómetros de New-York City, en donde la gran línea de cuádruple vía del New-York Central costea el Hudson. En este punto, un gran número de agujas de la línea está expuesto a la acción directa del viento que pasa a una larga distancia sobre los hilos del Hudson, de modo que se forman grandes aglomeraciones de nieve amontonada sobre todos los obstáculos que se encuentran en su camino. Pasa cada día, por este punto, un número total de 191 trenes, de los que 83 cam-

bian en él las locomotoras de vapor por las eléctricas o viceversa; el tiempo asignado para este cambio de máquinas es de cuatro minutos. Necesariamente es preciso maniobrar un cierto número de agujas para la partida de la máquina del tren que llega y la colocación en cabeza de la otra máquina. En ciertos momentos, hay varios trenes que cambian de máquina al mismo tiempo, lo que multiplica el número de maniobras de agujas necesarias durante el periodo de cuatro minutos. Antes de la instalación de los aparatos de calefacción en este punto, la circulación se detenía a menudo completamente por condiciones atmosféricas rigurosas, y la principal causa era que entre el momento en que los trabajadores limpiaban el espacio entre la agu-