

REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS

PUBLICACION TECNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 6, primero derecha.

Camiones automóviles eléctricos.

El empleo de la tracción eléctrica en los carros automóviles, empleados para cargas pesadas, ha sido completamente abandonado en Francia, después de algunos ensayos poco satisfactorios que se hicieron hace ya algún tiempo.

Estos ensayos datan, en efecto, de la época en que las baterías de acumuladores, indispensables para esta clase de vehículos, no podían dar resultados satisfactorios para la tracción eléctrica; pero desde esta época, ya lejana (los ensayos á que nos referimos se hicieron hará de doce á quince años), se han hecho grandes progresos en la fabricación de acumuladores, que permitirá al motor eléctrico reconquistar gran parte del terreno que tuvo que abandonar á su rival el motor de explosión.

Con este objeto, será interesante echar una ojeada á lo que pasa en otros países, principalmente en Alemania, que no se desanima, como Francia, por algunos ensayos poco afortunados, y que, por el contrario, tiende á perfeccionar con tesón aquello que ha sido reconocido como defectuoso.

Reproduciremos con este fin la conferencia dada recientemente por Wendt sobre *los camiones automóviles eléctricos y sus gastos de explotación*.

* *

El número de camiones y de vehículos análogos, que circulan actualmente en Alemania, asciende á 70.000 aproximadamente, de los cuales apenas si un 2 por 100 están provistos de tracción eléctrica. Sin embargo, en la actualidad y en ciertos servicios empiezan los camiones eléctricos á entrar en competencia, cada vez más progresiva, con los provistos de motor de explosión.

En efecto, aunque estos últimos motores presentan las ventajas siguientes: posibilidad de recorrer varios cientos de kilómetros sin necesidad de reponer el aprovisionamiento de combustible; velocidades relativamente grandes; facilidad de circular por caminos en mal estado y de vencer fuertes pendientes, presentan en cambio algunos inconvenientes, como son: si no están provistos de aparatos para hacerlos poner en marcha, por ejemplo, por el aire comprimido ó por el anhídrido carbónico, es necesario hacerlos poner en marcha por medio de la mano; además no son reversibles, y como los mecanismos de carburación, encendido, de engrasado y de refrigeración, se componen de órganos muy sensibles, se descomponen con mucha facilidad. Dado que en la construcción habitual de los motores de cuatro cilindros no puede obtenerse el perfecto equilibrio de las masas, el vehículo

está expuesto á trepidaciones, que se transmiten á los órganos del bastidor. Se sabe igualmente que el motor de explosión no alcanza la plenitud de su potencia hasta que se aproxima á su velocidad máxima, lo que exige el empleo de un cambio de velocidades para la subida de las rampas. Los choques que se producen por consecuencia de la maniobra del engranaje, á cada arrancada y á cada cambio de velocidad, tienen una influencia bastante sensible en la duración del vehículo. El empleo de un motor único que gobierna por engranaje las dos ruedas de un mismo eje, requiere además la necesidad de una diferencial. Las manchas de aceite y el desprendimiento de humo debido al combustible no quemado y del quemado sobrante, son también inconvenientes para la circulación por las poblaciones. Por último, cuando el vehículo marcha por terreno llano, con velocidad inferior á la máxima, el motor de explosión no trabaja á toda carga, y como el rendimiento de este motor decrece rápidamente por la fuerza proporcionada, se deduce que, para carga reducida, no trabaja económicamente durante la mayor parte del trayecto.

Acumuladores y vehículos.

En los camiones eléctricos, las ruedas giran por medio de los motores, que reciben la corriente de una batería de acumuladores que lleva consigo el vehículo.

Dado que esta batería representa un peso muerto de 650 á 1.000 kilogramos, un camión eléctrico resulta más pesado que el provisto de motor de explosión; por otra parte, como consecuencia de la capacidad limitada de la batería, el vehículo eléctrico solamente puede recorrer unos 100 kilómetros en terreno llano y con velocidades de 15 á 30 kilómetros por hora, con la carga de los acumuladores. Por el contrario, las ventajas de este modelo son las siguientes: carencia absoluta de olor y casi completa de ruido y de trepidaciones, arrancada con carga y cambios de velocidad sin sacudidas, fácil montaje, sustitución de los motores y facilidad de frenar enérgicamente, poniendo en cortacircuito los motores. Ahora bien, todas estas ventajas merecen la pena de ser tomadas en consideración, sobre todo cuando la circulación haya de efectuarse en el interior de las poblaciones.

Según Wendt, la comparación entre los acumuladores Edison y al plomo resulta favorable á este último, que presenta las ventajas de dar mayor rendimiento y menor peso á capacidad igual.

En cuanto á la principal ventaja del acumulador Edison, es decir, respecto á la propiedad que tiene de soportar descargas de una intensidad doble ó triple de la corriente, Wendt cree que no tiene una gran importancia. En efecto, cuando se ha escogido

con esmero la batería, tales sobrecargas sólo se producen de cuando en cuando y siempre son de corta duración; por el contrario, durante la mayor parte del recorrido, la intensidad de la corriente de descarga es inferior á su valor normal. Una Empresa de transportes de Hamburgo efectuó ensayos, y como resultado de ellos, se decidió á reemplazar los acumuladores Edison, anteriormente empleados, por los acumuladores al plomo, lo cual demuestra la superioridad de este último modelo de acumuladores.

En lo que respecta á la construcción propiamente dicha de los vehículos, no se ha decidido todavía, lo mismo que sucede con los camiones provistos de motores de explosión, las formas definitivas; el desarrollo de los camiones eléctricos está todavía en embrión y no puede señalarse exactamente el camino que seguirá.

Mientras que en casi todos los modelos de vehículos provistos de motor de explosión se nota la estricta observancia de la reglas «de la reducción de las masas no suspendidas al mínimo, y de la transmisión de los esfuerzos, no por los muelles, sino directamente por el mismo bastidor», se encuentra todavía, por el contrario, en la mayor parte de los camiones eléctricos, masas importantes no suspendidas y la transmisión de los esfuerzos al bastidor se hacen por medio de los muelles. Esto se debe, sin duda, á que por consecuencia de que su marcha es más regular y más suave, los motores eléctricos no exigen tan imperiosamente, como los motores de explosión, la estricta observancia de las reglas precedentes.

Campo de empleo para los camiones eléctricos.

El empleo de vehículos automóviles, de un modo general, sólo puede ser ventajoso para empresas de relativa importancia. Cuando con un solo coche arrastrado por caballos está asegurado el servicio diario, y cuando no son necesarias grandes velocidades en el transporte, el empleo de caballos es menos costoso que el de vehículos automóviles. Por el contrario, si por consecuencia de su mayor capacidad y de la mayor rapidez de transporte, un solo vehículo automóvil puede reemplazar á varios coches arrastrados por caballos, el servicio automóvil resulta más económico. En efecto, en este último caso, los gastos de los vehículos automóviles varían entre 25 y 31 céntimos por tonelada kilómetro, mientras que con el servicio por caballos se elevan á 37,5 y aun á 43,75 céntimos.

Según lo que se desprende de las consideraciones precedentes, los camiones eléctricos no pueden ponerse en competencia con los provistos de motor de explosión, á no ser cuando se trate de recorrer trayectos limitados y con preferencia en terrenos llanos. En estas últimas condiciones puede, en efecto, el empleo de camiones con tracción eléctrica, además de las ventajas señaladas anteriormente, ser más económico, como lo demuestran los ensayos verificados por la «Grosser Berliner Motor Omnibus Gesellschaft».

Comparación de los gastos de explotación.

Con los motores de explosión, los gastos por coche-kilómetro se elevan, comprendiendo los salarios del personal conductor, los gastos generales, la amortización y el interés del capital comprometido, á 77,5 céntimos. Ahora bien, como consecuencia de los ensayos que se verificaron con dos coches y durante cinco meses solamente, Otto valoró los gastos de explotación por tracción eléctrica en 75 céntimos por coche-kilómetro. Aunque el precio

de compra sea mayor para los vehículos eléctricos que para los de motor de explosión, y aunque además tenga que tenerse en cuenta el precio de la corriente y del entretenimiento de las baterías, el gasto total resulta menor con la tracción eléctrica, debido á las causas siguientes: menos cantidad de material de reserva necesario (15 por 100 en vez del 30 por 100 que se necesita con los motores de explosión), menores gastos de construcción y de entretenimiento y mayor duración de los vehículos.

En las líneas postales de Baviera, en que se hace el servicio por medio de vehículos provistos de motor de explosión, los gastos de explotación relativos al último año de servicio alcanzan á 80 céntimos, aproximadamente, por kilómetro, incluida la amortización, pero no los intereses del capital empleado.

Existe, por último, todavía otro servicio de coches más ligeros que los precedentes, pero destinados á proporcionar un servicio bastante duro, y en el cual la experiencia ha demostrado que puede aplicarse ventajosamente la tracción eléctrica; nos referimos á los coches de plaza de las grandes poblaciones, respecto á los cuales ha dado igualmente Wendt algunas cantidades comparativas.

La «Hamburger Elektrizitäts Droschke A. G.» (Sociedad anónima de coches de plaza de Hamburgo) posee en la actualidad 88 coches eléctricos, provistos de baterías de 40 elementos; la tensión media de descarga es de 1,85 voltios por elemento, y la capacidad de la batería de 235 amperios-hora.

Cada coche vacío, pero comprendido el peso de la batería, pesa 1.800 kilogramos. Para una longitud de recorrido de 100 kilómetros correspondiente á la descarga normal en cinco horas y á una velocidad de 20 kilómetros por hora, la batería proporciona á los motores una potencia media de cinco caballos aproximadamente. Los coches tienen que prestar diariamente un servicio de veintidós horas, dividido en dos tandas de once horas cada una; el recorrido diario es de 143 kilómetros aproximadamente, del que un 33 por 100 debe calcularse para el servicio prestado en carreras de vacío.

De los 88 coches en servicio, por término medio, sólo hay cuatro coches en los talleres para entretenimiento y reparaciones, luego un 5 por 100 es suficiente como material de reserva, lo cual es un dato importante, teniendo en cuenta el servicio relativamente duro á que están sometidos estos coches. La duración media de las baterías es de 16.500 kilómetros para las placas positivas y de 33.000 para las negativas, lo que representa, respectivamente, 230 y 460 descargas; la duración media de las cubiertas de las ruedas es de 11.000 kilómetros. El precio de corriente es de 11,25 céntimos por kilovatio-hora. Los gastos de alquiler de locales, donde están instalados las cocheras y los talleres, están comprendidos en los gastos de explotación. La Sociedad ha previsto una duración de 500.000 kilómetros para los coches y un precio de 10.000 pesetas para cada uno, no comprendida la batería; la amortización del capital de 1.200.000 pesetas se ha calculado al 4 por 100. Los resultados de explotación señalados, se refieren al cuarto año de servicio, desde el 1.º de Julio de 1910 al 30 de Junio de 1911. Ahora bien, al principio de este período, los coches habían ya recorrido, aproximadamente, unos 150.000 kilómetros. Sin embargo, los gastos por coche-kilómetro, comprendidos los salarios de los conductores, no han sido mayores de 45 céntimos, mientras que los ingresos por coche-kilómetro han sido de 52,5 céntimos; debe, pues, considerarse la explotación de estos coches como bastante productiva.

El segundo ejemplo presentado por Wendt, se refiere á un coche de modelo análogo á los precedentes, pero que ha circulado por caminos en mal estado y con pendientes del 9 por 100.

El precio de la corriente de carga fué de 6,25 céntimos por kilovatio-hora.

A pesar de las condiciones desfavorables en que este coche prestó el servicio, los gastos por kilómetro no han subido más que á 39 céntimos, aproximadamente, no comprendiendo el salario del conductor. Esta cifra representa los resultados de tres años de explotación, durante los cuales el coche ha recorrido, aproximadamente, unos 50.000 kilómetros.

Resulta interesante la comparación de este último resultado, con el de un coche provisto de motor de explosión, de $\frac{3}{4}$ caballos, afecto al servicio de un veterinario, cuyo coche ha recorrido igualmente en un período de tres años, unos 50.000 kilómetros aproximadamente; habiendo sido calculados los gastos de amortización en el 20 por 100 del valor del coche, el gasto por kilómetro se ha elevado á 31,25 céntimos.

Wendt, por último, valora los gastos de un servicio extenso, referente á coches de plaza provistos de motor de explosión, tomando como base una explotación análoga á la de los coches eléctricos de Hamburgo.

Los gastos de combustible por coche-kilómetro no pueden ser en ningún caso menores de 5 céntimos; por otro lado, los gastos de engrasado, que son insignificantes en los coches eléctricos, ascienden en los de motor de explosión á 1,25 céntimos, aproximadamente, por coche-kilómetro; además, con estos últimos coches es preciso tener una cantidad relativamente grande de material de reserva (30 á 40 por 100), lo cual lleva consigo, en la misma proporción, un aumento en el capital empleado.

Si se calcula el valor de un coche de plaza, provisto de motor de explosión, en 7.500 pesetas, y la duración en 300.000 kilómetros, los gastos de amortización se elevarán á 2,25 céntimos por coche-kilómetro. En la hipótesis de que la mayor parte de los gastos anuales (cubiertas de las ruedas, gastos generales, amortización del capital empleado en la adquisición del material, interés del capital) sean los mismos, los gastos por coche-kilómetro serían iguales en ambos casos (0,45 pesetas); pero teniendo en cuenta que los gastos de reparación de los motores de explosión y de los bastidores ascienden á 9,4 céntimos por coche-kilómetro, contra 4,45 á que se elevan los de los coches eléctricos, resulta que, si bien durante el primer año de servicio los motores de explosión tienen un gasto de reparación relativamente pequeño, aumenta luego rápidamente por el desgaste del coche; por consiguiente, si el empleo de motores de explosión parece más barato en los principios de una explotación que el de los motores eléctricos, al cabo de cierto tiempo de servicio la tracción eléctrica alcanza la ventaja.

Si se quiere hacer la misma comparación con vehículos susceptibles de carga de 5 toneladas, puede hacerse basándose en los resultados de ensayos practicados; por ejemplo, un coche eléctrico consume de 90 á 95 kilovatios-hora por kilómetro y por tonelada de peso total. Las fábricas de acumuladores se encargan, en general, á precio alzado del entretenimiento y renovación de las baterías á razón de 12,5 céntimos, aproximadamente, por coche-kilómetro.

Además, un coche con la misma capacidad de carga, pero provisto de motor de explosión, consume, aproximadamente, 0,5 kilogramos de combustible por kilómetro, teniendo que añadir también 2,5 céntimos, aproximadamente, por coche-kilómetro para engrasado.

* *

Según hizo constar Went al principio de su conferencia, la competencia entre los dos modelos de automóviles en la actualidad únicamente es posible cuando el recorrido sea por terreno

llano y por carreteras en buen estado de conservación. Por el contrario, cuando el recorrido es largo y accidentado, no hay competencia posible; el motor de explosión tiene mayores ventajas, sobre todo si con un solo coche puede asegurarse el servicio; pero cuando se trate de una explotación que requiere gran número de coches, que los recorridos son poco accidentados y que el precio de la corriente no es muy elevado, la tracción eléctrica puede hasta resultar más económica que la tracción por medio de motores de explosión.

Como ejemplo de esto señalaremos el de una gran Empresa de transportes berlinesa que, después de ensayar durante largo tiempo los dos modelos de coches, ha sacado en consecuencia que los gastos de explotación en el servicio de coches de plaza, y en una ciudad como Berlín, son mucho menores empleando la tracción eléctrica que la de motores de explosión.

En fin, aun en el caso de servicios que alcancen grandes distancias, podría reservarse en el porvenir cierta extensión á la tracción eléctrica, dado que á las centrales intercomunales les convendría, en buenas condiciones, facilitar la carga de los acumuladores, sobre todo en las horas de poco consumo de energía; el factor de carga de estas centrales y, como consecuencia, su situación económica mejoraría.

Si, por otra parte, las fábricas de acumuladores se pusieran de acuerdo con las centrales para construir baterías que permitiesen reemplazar fácilmente las usadas por otras cargadas con anticipación, seguramente tomaría gran incremento la explotación de los servicios por medio de la tracción eléctrica.

H.

INVESTIGACIONES

SOBRE LA

RADIACIÓN DE LAS FUENTES LUMINOSAS ARTIFICIALES

(ELEKTROTECHNISCHE ZEITSCHRIFT)

Para hacer la comparación del valor absoluto de las diferentes fuentes luminosas, se ha recurrido á las dos cantidades siguientes: *al rendimiento luminoso*, es decir, la relación entre la cantidad de energía relativa á la parte visible del espectro (comprendida entre 0,41 y 0,76 μ) y la cantidad de energía correspondiente á la radiación total y *al rendimiento útil*, es decir, la relación entre la primera de estas dos cantidades de energía y la energía consumida.

Houstoun opina que entre los diferentes métodos empleados para la separación de la radiación luminosa y la radiación total, los de filtración, bajo las formas más corrientes en que se emplea, no dan resultados exactos; en efecto, los filtros de agua dejan pasar gran cantidad de rayos oscuros, lo que hace sean muy altos los valores del rendimiento luminoso obtenidos por estos procedimientos. El mismo autor opina también que las soluciones de alumbre, lo mismo que el agua, no absorben tampoco bien los rayos caloríficos oscuros. Según Houstoun y Logie, los filtros de sulfatos de hierro y de amonio son mejores que los filtros de agua, pero también insuficientes para determinar el rendimiento luminoso. Nichols y Coblenz han demostrado que los filtros constituidos con una solución de yodo en sulfuro de carbón son inadmisibles. Houstoun cree que con el método de Angström se pueden obtener muy buenos resultados en éste, después de la refracción de la parte invisible; con el auxilio de una lente cilín-