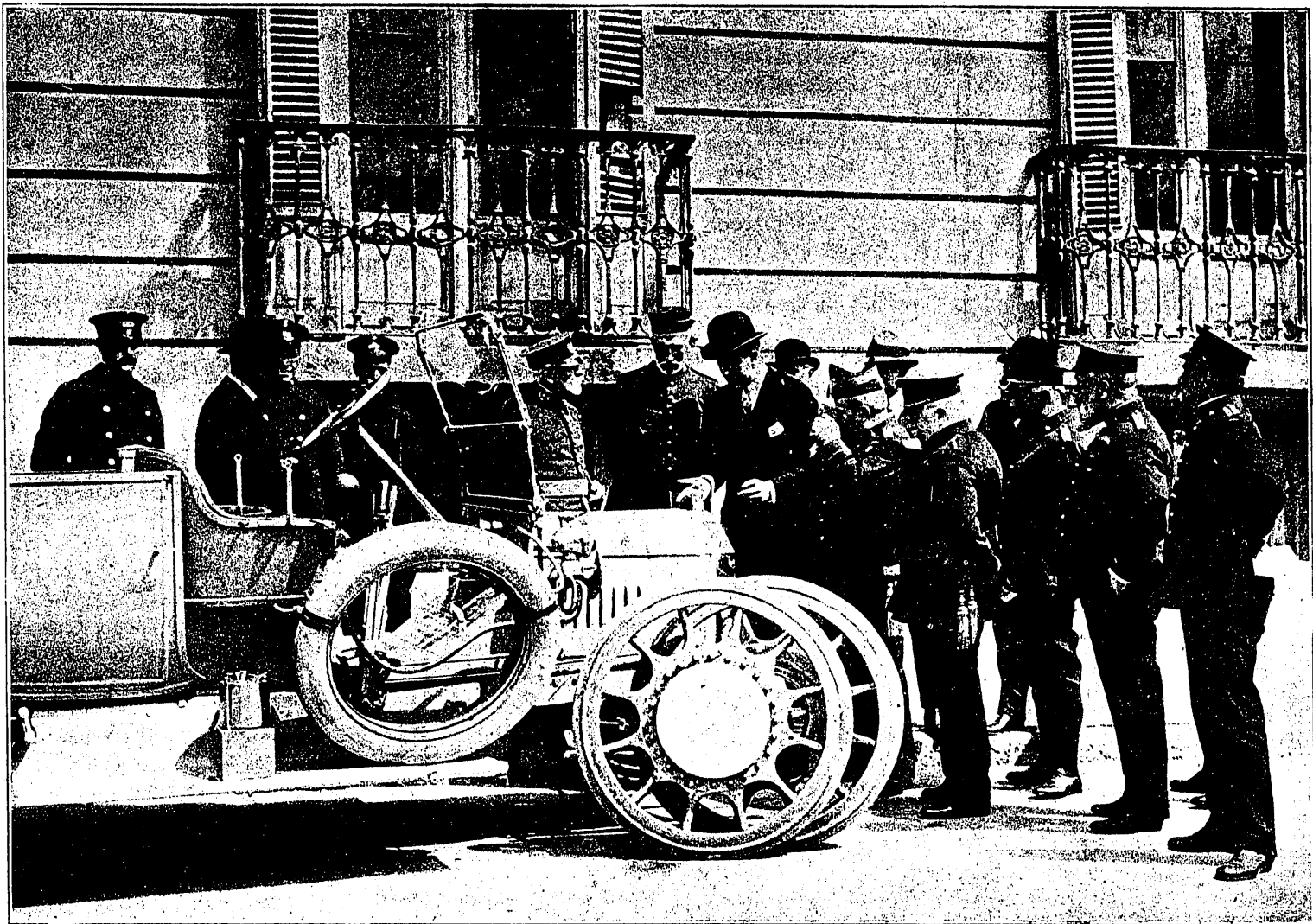




Resulta, pues, que si consideramos el número de kilómetros que puede recorrerse sobre un bandaje macizo ó neumático, nos encontraremos con que se emplea sin consumirse un peso determinado de caucho, cuyo valor al desechar el bandaje es escasísimo y, por lo tanto, podremos expresar el rendimiento económico de dicho bandaje, hallando la relación del peso utilizado al peso perdido, que vendrá expresada por una fracción decimal bien pequeña.

Los bandajes para estas ruedas elásticas pueden ser fabricados, por consiguiente, de cualquier sustancia más económica que el caucho que reúna las condiciones indicadas, y aun empleando dicho material es indudable que para las funciones que ha de llenar no son precisas las calidades ni la pureza que requieren los bandajes macizos elásticos, lo que reducirá de un modo extraordinario el coste de fabricación.

Facilidad de montaje.—Las condiciones del mecanismo constitutivo de la rueda elástica sistema *Acuña* la hace inmediatamente utilizable en cualquier automóvil con sólo ajustar su núcleo á la mangueta del coche de que se trate, siendo ésta una de las ventajas del sistema, pues gracias á ella todos los automóviles que circulan en la actualidad podrán proveerse en veinticuatro horas de ruedas elásticas de dicho sistema.

En resumen puede afirmarse, apoyándose en los más sólidos razonamientos teóricos y los definitivos resultados de la experiencia, que la rueda elástica objeto de esta Memoria resuelve por completo el problema técnico de la sustitución de los neumáticos y bandajes macizos, cuyas ventajas iguala ó supera y cuyos inconvenientes evita en absoluto, siendo *perfectamente elástica, ligera, robusta, sencilla y económica*.—Madrid Agosto de 1917.—*José de Acuña*, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

* *

Después de consignar con mucho gusto cuantos datos anteceden, felicitamos cordialmente, por el brillante éxito de los ensayos realizados, á nuestro querido compañero, que tantas pruebas ha dado de su competencia en los problemas de Mecánica, deseando sea pronto un hecho la sustitución general de los *neumáticos*, cuya solución, por la importancia que entraña, tanto se ha perseguido.

SOBRE LA TRACCIÓN ELÉCTRICA CON ACUMULADORES

Recientes artículos de importantes electrotécnicos publicados en el *Politecnico* y en la *Elettrotecnica* han llamado la atención sobre el problema de la tracción eléctrica con acumuladores, que hace tiempo parecía olvidado.

Resumiremos, tomándolo del *Giornale del Genio Civile*, cuanto á este propósito escribe el Ingeniero Vallauri, que, habiendo intervenido el último, tiene en cuenta en su estudio las opiniones manifestadas en los escritos precedentes.

El Sr. Vallauri empieza comparando un servicio tranviario con acumuladores con otro de toma móvil, basando sus cálculos en los datos siguientes de peso:

	Carruaje de toma móvil. Kilogs.	Carruaje con acumula- dores. Kilogs.
Bastidor y caja.....	5.000	5.600
Equipo eléctrico.....	1.500	2.000
Batería.....	»	2.800
Pasajeros.....	1.400	1.400

Se supone que se emplea el acumulador tipo Planté, que en el estado actual de la técnica es el más conveniente y se admite que los precios de los materiales sean los del período anterior á la guerra, aumentados, aproximadamente, en un 20 por 100, ó sean 2,50 libras el kilogramo para la parte mecánica, en 5 libras el kilogramo para el equipo eléctrico y en 2,30 libras para los acumuladores.

El precio de la energía se supone que es de 5 céntimos el kilovatio hora bajoformatrífica en el caso de la tracción con acumuladores y de 6,5 céntimos en el de la tracción con toma móvil. (La diferencia á favor de la primera hipótesis se funda en la posibilidad de almacenar energía á las horas del día en que es menor la empleada para otros usos.)

Pero como el rendimiento medio total de la transformación de la corriente de la central al carruaje puede suponerse de 0,50 para el primer caso y de 0,65 para el segundo, resulta así para ambos el precio único de 10 céntimos el kilovatio-hora en los enganches de los motores.

Considerando igual á 10 kilogramos por tonelada el coeficiente medio de resistencia á la tracción y suponiendo que ocurren, por término medio, cuatro paradas por kilómetro á la velocidad aproximada de 15 kilómetros por hora (4 metros por segundo), la energía necesaria para la tracción por cada tonelada-kilómetro del vehículo resulta de

$$10 \times 1.000 + 4 \frac{1.000}{9,8} \times \frac{4^2}{2} = 13.270 \text{ kgm.}$$

ó sean 36 vatios, que se convierten en 49 si se admite un rendimiento del 0,74 para tener en cuenta las pérdidas en los motores y en los reóstatos y la energía absorbida por los servicios secundarios.

Las baterías por tracción suministran á la descarga de tres horas, que, como veremos, es aplicable al caso de que tratamos, una cantidad de electricidad por kilogramo de peso de 9 vatios; por lo cual la batería considerada tendrá la capacidad total de $2.800 \times 9 = 25.200$ vatios y el radio de acción del carruaje resultará de $\frac{25.200}{11,8 \times 49} = 43,5$ kilómetros. Suponiendo la velocidad media, comprendidos los cierres, de 11 kilómetros por hora, el recorrido indicado equivaldrá á una duración de servicio útil entre una y otra descarga de cerca de cuatro horas. A tales horas de servicio útil deberá suceder la carga, que no requerirá, dada la limitación de la corriente máxima menos de tres horas, que deberá elevarse á tres horas y media para tener en cuenta el tiempo transcurrido en el recambio de las baterías en los carruajes y en las pérdidas de tiempo inevitables.

Debe notarse que mientras á iguales velocidades el carruaje de toma móvil recorrerá en las dieciocho horas diarias de servicio 198 kilómetros, el de acumuladores no recorrerá más que 105, advirtiéndose que tanto en el primero como en el segundo caso á los recorridos anuales calculados sobre estos datos se deberá aplicar un coeficiente de utilización de 0,70 para deducir el período en el cual los carruajes, por reparaciones ú otras causas, serán retirados de la circulación.

A título de conservación y reparación, el Sr. Vallauri calcula, para el carruaje con acumuladores y para el de sin ellos, respectivamente, la cuota del 15 y del 9 por 100 del valor de adquisición para el equipo eléctrico (excluyendo las baterías), del 10 y 16 por 100 para la parte mecánica; los intereses son al 6 por 100.

El costo de la instalación de la línea aérea se ha calculado en 15.000 libras el kilómetro, con el 10 por 100 como cuota de intereses, conservación y renovación.

También en este caso hay que contar con una batería tapón cuya capacidad y costo puede considerarse igual á $\frac{1}{7,5}$ del costo de la batería en el carruaje con acumuladores, suponiendo que sea suficiente para alimentar durante una hora el tráfico de la red.

Expuesto todo lo anterior, y advirtiéndose que se excluyen del cálculo los gastos que no tienen razón de variar en los dos casos

que se comparan, se puede hacer la siguiente reseña comparativa del coste de la explotación:

	Carruaje con acumuladores.	Carruaje con toma móvil de corriente.
	Céntimos.	Céntimos.
1. Conservación y renovación de las baterías	5,90	0,79
2. Conservación y reparación del equipo eléctrico.....	3,36	2,23
3. Conservación y reparación de la parte mecánica	3,14	2,47
4. Consumo de energía	5,78	3,87
5. Intereses del capital	6,80	2,47
6. Intereses, conservación y reparación de la línea aérea.	»	16,3/n
TOTALES.....	24,98	11,83 16,3/n

Como se ve, la cuota del coste de la explotación relativa á la conducción aérea se deja indeterminada en función de la frecuencia horaria n del tráfico (número de carruajes que pasan cada hora por un punto de la línea en los dos sentidos).

La igualdad de los costes se tienen para $n = 1,24$, frecuencia bajísima de servicio. Para una frecuencia modesta como la definida por $n = 6$ (salida cada diez minutos), el costo por carruaje-kilómetro de la tracción de toma de corriente resulta de céntimos 14,55, esto es, inferior en un 40 por 100 al del servicio con acumuladores.

A parte de lo desfavorable que resulta la comparación aritmética del coste es necesario tener presente dos desventajas típicas de la tracción con acumuladores. Una es el aumento que el mayor peso del vehículo (cerca de 50 por 100) produce en los gastos de conservación y renovación de la vía; el otro consiste en las exhalaciones ácidas de los acumuladores, difícilmente eliminables y bastante incómodas, especialmente en el caso del servicio urbano.

El Sr. Vallauri pasa después á hacer algunas consideraciones de carácter general. Llamando P al peso total del convoy, p el peso de la batería instalada en la locomotora ó automotora, W el consumo de energía en vatios por tonelada-kilómetro, c la capacidad específica de la batería en vatios por toneladas, R el radio de acción de la batería, esto es, el recorrido que puede hacerse entre dos cargas sucesivas en kilómetros, se puede escribir, igualando la energía disponible en una descarga y la utilizada en la tracción:

$$cp = PWR \text{ de donde } R = \frac{c}{W} \frac{p}{P} \quad (1)$$

El radio de acción R que se puede considerar como elemento característico del problema, está, pues, en razón directa con la capacidad de la batería y con la relación entre el peso de la batería y el peso total del tren y en razón inversa del consumo específico de la energía necesaria á la tracción.

Aplicando la fórmula (1) al ejemplo numérico anteriormente desarrollado, para

$$\frac{p}{P} = \frac{2,8}{11,8} = 0,237 \text{ se encuentra } R = 43,5 \text{ km.}$$

Si se hace una hipótesis correspondiente á la tracción ferroviaria propiamente dicha con trenes de 500 toneladas remolcados por locomotoras de 80 (peso que se repartiría en 42 toneladas por la batería, 14 por el equipo eléctrico y 24 por la parte mecánica) se tiene $p = \frac{42}{580} = 0,0725$ y, admitida una resistencia media de 4 kilogramos por tonelada, el consumo de energía por tonelada-kilómetro en la llanta de la rueda de la locomotora será de 4.000 kilográmetros = 10,9 vatios, que vienen á ser 14 en los enganches de la batería si se carga el rendimiento de los motores eléctricos y accesorios al 0,78; el radio de acción también en este caso es exiguo, puesto que sólo es de 46,5 kilómetros.

(Continuara.)