

La formación no es necesaria tampoco en estos acumuladores, lo cual constituye una grandísima ventaja sobre los del tipo Planté, el cual sería sin duda el mejor modelo, si no fuere por este inconveniente, que es el que motivó la creación del tipo Faure-Sellon-Volkmar.

El transporte y comercio de la energía eléctrica se resuelve de un modo elegante con estos acumuladores.

En efecto: si después de descompuesto el cloruro de amonio por la acción de la corriente, utilizando para producir ésta, una fuerza natural cualquiera, se extraen los líquidos positivo y negativo del aparato, envasándolos convenientemente, pueden transportarse á donde convenga y colocándoles de nuevo en elementos de una batería fija, reaccionan igualmente y funciona este segundo acumulador, como lo hubiera hecho el primero donde se obtuvo la separación de los líquidos ó, mejor dicho, de los gases.

Por fin, pueden construirse modelos varios, fundados en las mismas reacciones químicas descritas; pero, espe-

cialmente para baterías reguladoras, los elementos pueden carecer del vaso poroso y estar dispuestos como los de las pilas Callaud, teniendo una placa de carbón en el fondo del vaso, otra cerca de la superficie y lleno de carbón granulado el espacio que media entre ambas, el todo cerrado y provisto del tubo sifón para escape de gases durante la carga y con el líquido conveniente, colocando la sal excedente en el centro del vaso.

Un elemento así dispuesto tiene, al estar cargado, separadas las soluciones de amoniaco y de ácido clorhídrico por su densidad misma, pues ya hemos visto la gran diferencia que existe entre ellas. El ácido clorhídrico se va al fondo del vaso y el amoniaco á la parte superior.

Esta disposición sólo puede recomendarse para grandes intensidades y baterías de uso inmediato.

Para terminar, damos á continuación un estado comparativo de los tipos conocidos hoy más ventajosamente y en el cual ponemos los datos referentes al tipo cloro-amónico estudiado últimamente.

RESULTADOS OBTENIDOS EN ALGUNOS TIPOS DE ACUMULADORES (R. KOPP)

SISTEMA	Capacidad útil.	Energía útil	RENDIMIENTO			Peso de las placas.	Peso de los acumuladores llenos.	Capacidad útil por kilogramo de placa.	Trabajo útil por kilogramo de placa.	Capacidad útil por kilogramo de peso útil.	Trabajo útil por kilogramo de peso total	Peso total para la capacidad de un caballo hora.
			en coulombs.	en trabajo químico.	en watts.							
	amperes hora	watts-hora				Kg.	Kg.	amperes hora	watts hora	amperes hora	watts-hora	Kg.
Oerlikon (líquido).....	126,20	250,66	0,922	0,848	0,806	14,4	20,4	8,8	17,4	6,2	12,3	59,8
Id. (electrolito gelatinoso)....	94,44	177,12	0,838	0,772	0,784	12	18	7,9	14,8	5,2	9,8	75,1
J. L. Huber.....	82,22	163,06	0,925	0,885	0,807	6,5	12	12,7	25,1	6,9	13,1	54,5
Julien.....	226,82	448,76	0,909	0,840	0,802	20	33	11,3	22,4	6,9	13,6	54,1
Tudor.....	85,80	168,05	0,926	0,857	0,834	25	39	3,4	6,7	2,2	4,3	171,2
ACUMULADOR SIN METAL Y ELECTROLITO LÍQUIDO CLORO-AMÓNICO												
Sandarán.....	1257	2388	0,908	0,80	0,85	8	10	130	250	132	130	5

A. SANDARÁN,
Ingeniero industrial.

DESDE LONDRES

LA TRACCIÓN ELÉCTRICA

POR ACUMULADORES SOBRE CARRILES Y CAMINOS ORDINARIOS (1)

EXTRACTO DE LA DISCUSIÓN DE LA CONFERENCIA DADA EL 11 DE DICIEMBRE DE 1897 EN EL INSTITUTO DE INGENIEROS ELECTRICISTAS DE LONDRES, POR MR. EPSTEIN.

(Continuación)

Si los más ardientes entusiastas de la tracción por acumuladores estudiasen detenidamente los cuadros de balance anual de la Compañía de los Tranvías Centrales de Birmingham, encontrarían en ellos, sin duda alguna, materia para tristes reflexiones. El promedio de la capacidad de transporte de los coches de la Compañía era de 60 pasajeros para los de vapor y de 50 pasajeros para los de acumuladores. El coste del combustible para las máquinas

de vapor fué desde 1891 á 1895, por término medio, de unos 12 chelines por tonelada y el del sistema eléctrico de unos 8 chelines, también por tonelada, y sin embargo, el promedio del coste por coche y milla fué en ambos casos de 1,74 peniques. Durante el mismo período de tiempo, el coste de la tracción funicular, poniendo el combustible al mismo precio que en la tracción eléctrica y con coches de la misma capacidad, fué de 0,55 de penique por coche-milla. Esta línea pudo haber sido explotada por un sistema de tracción eléctrica directa á un coste algo menor que el de la tracción funicular. Este es sólo un factor, y no el mayor por cierto, en la cuestión de la tracción eléctrica por acumuladores.

El Presidente, Sir Henry Manee, comenzó por decir que sentía infinito que Mr. Epstein, por hallarse indispuerto, no pudiera estar presente para contestar á las muchas observaciones que sobre su trabajo se habían hecho, pero que había enviado una respuesta por escrito que el Secretario leería después. Con respecto á lo que Mr. Dickinson decía en su comunicación escrita, yo, señores, no creo que puede haber la menor discusión sobre

(1) Véase el número del día 20 de Enero.

que la tracción eléctrica por trolley es más barata que la tracción por acumuladores; pero ocurre que las autoridades no permiten la instalación del sistema de conductor aéreo en muchas poblaciones en el Reino Unido. Con respecto á Birmingham, me acuerdo que en diferentes ocasiones fui á visitar los tranvías eléctricos poco después de que comenzaran á funcionar, y convengo con Mr. Parker en que los coches eran demasiado pesados para la clase de trabajo que tenían que hacer y que la vía había sido declarada defectuosa. Había una curva muy pronunciada al extremo de la línea é indudablemente las baterías no eran entonces tan buenas como lo son hoy. Si menciono esto es porque creo que los acumuladores no han tenido todavía una ocasión de ser ensayados en buenas condiciones hasta el día. Me acuerdo también de otro experimento que tuvo lugar en Barking, á donde hice también unas cuantas visitas, y allí, al principio, el coste de explotación era, sin duda, mayor que el de la tracción animal, y, además, tuvieron muchos inconvenientes con las frecuentes roturas de los ejes, cosa en que la Compañía eléctrica no tenía la menor responsabilidad; pero, á medida que progresaron, el coste disminuyó muchísimo, y yo estoy convencido de que, si en vez de los cinco ó seis coches que se empleaban se hubieran empleado unos dieciocho, la línea podría haberse explotado con un razonable beneficio. Yo no sé qué razones tuvo la Compañía para abandonar aquel interesante experimento. El trabajo de Mr. Epstein ha dado lugar á una discusión que seguramente nos ha hecho ver la cuestión de acumuladores para la tracción tal y como existe en el día, y estoy completamente conforme con la opinión del autor de que las baterías deben ser tratadas como una sola unidad indivisible si se quieren evitar los efectos de los malos contactos. Hace poco tiempo se hizo un experimento en Hartlepool que demostró, seguramente, que las experiencias realizadas en el Continente son exactas. Existe allí una línea de tranvías eléctricos de trolley y en ella se hizo correr un coche movido por acumuladores. Las baterías dieron resultado satisfactorio, y la única dificultad que se presentó fué que, al principio, los contactos se aflojaban continuamente, pero pronto se remedió este defecto. Yo hubiera deseado que Mr. Epstein nos hubiera dicho en su conferencia si el coste que él mencionó en ella por milla, como el coste de la tracción por acumuladores en Hannover, se ha calculado en toda la extensión de la línea ó solamente en la sección en que se emplean acumuladores, pues me parece (sin dudar ni un momento de la buena fe del conferenciante) que estas cifras son un poco optimistas y favorables. En el empleo de las baterías hay todavía un punto flaco, á mi entender, y éste es que, al cargarlas, nunca se sabe cuándo lo están completamente, y lo que es más importante aún, que al descargarlas tampoco se puede saber cuándo se van á agotar. Creo que en algunos de los coches americanos se emplean contadores que registran hacia adelante durante la carga y hacia atrás durante la descarga, pero no sé si esta disposición es completamente satisfactoria.

El Secretario da lectura á la respuesta de Mr. Epstein. —Aunque desprovisto de otro mérito, mi trabajo ha dado lugar á que se entablara una discusión interesantísima, y teniendo en cuenta el muchísimo tiempo ocupado por ella, trataré de condensar mi respuesta en el menor espacio posible. El acumulador citado por Mr. Manby es, seguramente, interesante por el hecho de que sus placas ó elec-

trodos positivos están compuestos exclusivamente de material activo, pero aunque la capacidad de dichas placas es muy grande, se hace preciso descargarlas á un régimen muy bajo, y esto, necesariamente, no puede conducir á buenos resultados. El día en que esta dificultad se venza, el acumulador «Marchner» será, sin duda, un notable progreso; pero se han afirmado tantas cosas maravillosas sobre baterías que se supone poseen extraordinarias cualidades, que sin querer tiene uno que mostrarse un poco excéptico en el asunto, al menos hasta que se posean pruebas irrefutables. Con respecto al accidente ocurrido en Dresden, debido al cual toda la presión de la fábrica (que se dice fué de 600 volts), se aplicó á estas baterías, sería mejor el que se dijese cuál era la potencia de la corriente. Debo mencionar de paso que tal accidente no habría ocurrido si se hubiera tenido la precaución de proveer el circuito de interruptores ó plomos fusibles. Con respecto á la afirmación de Mr. Manby de que ninguna otra batería hubiera resistido esto, debo decir que muchas baterías del tipo Planté pueden ser puestas en corto circuito sin que sufran deterioro alguno. Otra afirmación que me veo obligado á tener que refutar, es la que se refiere á la eficacia ó rendimiento que, según se afirma, pasa de 90 por 100. Yo entiendo que se alude al rendimiento en energía, y si es así, dicho resultado podrá obtenerse tal vez en algún experimento de laboratorio, pero no hay ningún acumulador de los existentes que pueda dar resultados semejantes en la práctica. Sería muy interesante el poder averiguar los resultados obtenidos con este tipo de acumulador en las manos de un Ingeniero de este país. Temo que la invención americana mencionada por Mr. Crompton, y que tiene por objeto el impedir el que el material activo se desprenda, no responda al objeto, pues el caucho blando se endurece y agrieta con el tiempo. Parece también lógico que si las perforaciones han de ser lo bastante grandes para que dejen paso al electrolito, dejará pasar también las porciones de material activo que tengan tendencia á desprenderse. Tengo que dar mis más sinceras gracias al general Webber y á Mr. Manville por haberse ocupado de los tranvías centrales de Birmingham, de los que yo, intencionadamente, no quise ocuparme por no introducir en mi trabajo nada que tuviera carácter personal, y les estoy doblemente agradecido por haber dicho que, en su opinión, mi acumulador no se ensayó en buenas condiciones en la línea de Birmingham y que, por lo tanto, los resultados allí obtenidos no tienen valor alguno para fijar sus méritos ó deméritos en la tracción. Es un hecho innegable que los malos resultados financieros de aquella línea han retardado considerablemente el adoptar los acumuladores para la tracción. Me congratula ver que la opinión de Mr. Manville coincide con la mía, y esto afirma más la esperanza que abrigo de que pronto veremos generalizarse el empleo de las baterías secundarias para la tracción. El coeficiente de tracción en la horizontal en caminos ordinarios que yo he dado como de 60 libras, se verá que no está muy lejos del promedio si se le compara con las cifras que de diferentes procedencias hemos tenido ante nosotros, y el ejemplo que de su propia experiencia sobre un pavimento de madera con uno de los «cabs» de Londres, y que era de 30 amperes á 80 volts, se encontrará que no está muy lejos del promedio de 2.500 watts mencionado por mí. Con respecto á obtener variaciones en la velocidad por medio de la diferente disposición de las

baterías, ya en serie, ya en paralelo ó ya en serie-paralelo, no encuentro la menor objeción que hacer á tal disposición, pues ensayos hechos por mí con tal arreglo, me han demostrado que la diferencia de descarga entre los varios grupos es tan pequeña, que puede considerarse como una cantidad despreciable. En cuanto al deseo expresado por el profesor Ayrton de conocer la longitud de la línea de Hannover, creo satisfacerlo dando los siguientes datos. La longitud del trozo con conductor aéreo es de 12,8 millas y de 10,6 millas la del trozo explotado con acumuladores. La carga se efectúa en distancias que varían entre 1,7 y 4,8 millas y la descarga tiene lugar en distancias entre 3 y 7,2 millas, pero como no en todos los trozos del conductor aéreo existe una suficiente presión, al volver los vehículos al cochieron reciben las baterías una carga suplementaria. Cada coche lleva 208 elementos que, cuando son puestos en circuito, están divididos en dos mitades en paralelo con resistencias intercaladas. Estas resistencias van siendo sacadas gradualmente, y finalmente, quedan dispuestas las dos mitades en serie. La discrepancia que existe entre 0,266 y 0,4 de penique, tiene una fácil explicación. La primera cantidad representa el coste de entretenimiento, el gasto efectivo, mientras que la segunda incluye una reserva de garantía á razón de 6 por 100 por año sobre dicho coste, tanto por ciento que representa la natural depreciación de las piezas de maquinaria. En cuanto á la observación hecha por Mr. Parker de que los elementos pierden su capacidad si se les sujeta á fuertes descargas, me consta que se pueden fabricar acumuladores que pueden resistir esta prueba. Refiriéndome á las observaciones hechas por Mr. Cuthbert-Hall, dicho señor nos ha dado á entender, según creo, que al referirse á la relación que existe entre la capacidad y el volumen del material activo, este volumen no excede ni debe exceder de un razonable espesor. Es un motivo de satisfacción para mí el oír decir á Mr. Swan que muchas de las causas á las que se debe no haya sido un éxito la tracción por acumuladores, son hoy fácilmente remediables. De la interesante comunicación de Mr. Desmond Eitz-Gerald se desprende, y me es muy grato saber, que acumuladores de construcción casi idéntica, pero hechos por distintos fabricantes, difieren mucho en materia de capacidad, y es, en verdad, sorprendente que después de todos los trabajos de estos años pasados, no se encuentre hoy el acumulador Tommasi en primer lugar para la tracción. En cuanto al empleo de la celuloide, mi experiencia práctica es que no se puede confiar en el seguro empleo de esta materia, pues unas veces se descompone rápida y prontamente y otras dura muchos años en buen estado; pero, aparte del general interés de esta cuestión, se puede asegurar que cuando un fabricante considera necesario el descubrir un nuevo material, tiene para ello poderosas y suficientes razones. Es muy posible que en el momento en que se hicieron los ensayos esos separadores fueran completamente nuevos.

Después de esto se acordó un voto de gracias á mister Epstein, por unanimidad, y terminó la discusión.

CARACTERES MECÁNICOS DE LA TRACCIÓN ELÉCTRICA

Introducción.—Antes de discutir algunos caracteres mecánicos especiales que entran en la construcción y estudio de la tracción eléctrica, citaremos en la nota (1) algunas cifras para demostrar la importancia del asunto en

(1) CUADRO I.—Extensión en millas de los tranvías del Norte de América y número de coches durante los años de 1890 á 95, ambos inclusive.

CLASE DE TRACCIÓN	1890. Millas.	1891. Millas.	1892. Millas.	1893. Millas.	1894. Millas.	1895. Millas.
Eléctrica.....	2.523	4.061	5.939	7.466	9.008	12.583
Animal.....	5.400	5.302	4.460	3.497	2.243	1.232
Funicular.....	510	594	646	657	662	599
Vapor.....	604	642	620	566	614	519
Total de millas.....	9.037	10.599	11.655	12.186	12.527	14.933

	Coches.	Coches.	Coches.	Coches.	Coches.	Coches.
Eléctrica.....	5.592	8.892	13.415	18.233	24.849	36.121
Animal.....	21.970	21.798	19.315	16.845	11.507	5.420
Funicular.....	3.795	4.372	3.971	4.805	4.673	4.671
Vapor.....	751	815	698	616	639	2.957
Total coches.....	32.108	35.877	37.399	40.499	41.668	49.369

CUADRO II.—Número de millas de tranvías eléctricos en Europa, y número de sus coches y caballos de fuerza á fines del año 1896.

NACIONES	Millas de tranvías.	Número de coches.	Fuerza en caballos.
Alemania.....	618	1.545	13.180
Francia.....	67	180	4.200
Gran Bretaña y colonias.....	167	269	9.617
Austria-Hungría.....	120	265	5.060
Italia.....	50	145	2.460
Suiza.....	30	83	1.570
Bélgica.....	90	157	2.550
Rusia.....	30	87	1.150
Otras naciones.....	30	50	111

CUADRO III.—Comparación entre los tranvías y ferrocarriles de América é Inglaterra.

Ferrocarriles F.	Capital invertido.	Extensión total en millas.	Ingresos brutos.	Gastos totales.	Relación entre E. y G. por ciento.....	Pasajeros transportados.
Ferrocarriles T.	£		G. £	E. £		
América...T...	2.354.200.000	240.000	219.000.000	154.000.000	70	544.000.000
F...	280.000.000	14.000	32.850.000	22.700.000	68	3.000.000.000
Reino Uni...F...	880.000.000	20.000	77.025.000	40.100.000	52	775.200.000
T...	13.000.000	1.000	3.540.000	2.640.000	75	480.000.000

CUADRO IV.—Coste de los tranvías en ciudades grandes y pequeñas del Estado de Massachusetts (E.E. U.U.)

POR MILLA DE VIA SENCILLA	Springfield.	West End.
	£	£
Construcción y equipo.....	4.939	11.323
Edificios y otras propiedades.....	1.761	7.959
Costo total.....	6.701	19.282
Capital invertido.....	6.197	20.152
Pasajeros transportados..... total.	10.163.011	166.862.288
» » por milla.	180.547	648.568