

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 cochérón 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 F. y G. por ciento.....	Pasajeros transportados.
Ferrocarriles T.	£		G. £	E. £		
América...{T... {F... Reino Uni...{F... {T... do.....	2.354.200.000 280.000.000 880.000.000 13.000.000	240.000 14.000 20.000 1.000	219.000.000 32.850.000 77.025.000 3.540.000	154.000.000 22.700.000 40.100.000 2.640.000	70 68 52 75	544.000.000 3.000.000.000 775.200.000 480.000.000

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

general. La tabla I contiene el número de millas de los tranvías en América durante los seis años de 1890-95. Se ve por ella que la tracción funicular fué aumentando hasta 1894, y desde entonces ha ido decreciendo en importancia. En San Francisco, Los Angeles, Minneapolis, Denver, San Luis, Pittsburg, Filadelfia, Baltimore y en otras

ciudades americanas, la tracción funicular ha sido sustituida por la eléctrica. En la tabla II se puede ver la extensión en millas de los tranvías eléctricos de Europa al final del año 1896. Por él se ve que la Gran Bretaña está muy por debajo de Alemania. Esto es tanto más extraño, cuanto que los reglamentos de las autoridades locales en Alemania son mucho más restrictivos que los nuestros y, sin embargo, se ven tranvías eléctricos de trolley en las ciudades más antiguas y más hermosas de Alemania. La tabla III muestra la importancia de los tranvías bajo el punto de vista financiero comparados con los ferrocarriles en América. El tráfico de pasajeros en los tranvías es seis veces mayor que el de los ferrocarriles, y la proporción entre los ingresos y los gastos de explotación es menor en los tranvías que en los ferrocarriles. Los ingresos brutos de los tranvías en los Estados Unidos son, aproximadamente, el 50 por 100 de los ingresos por el concepto de pasajeros en los ferrocarriles y un 15 por 100 de los ingresos totales de los mismos, mientras que la extensión en millas de los tranvías es sólo un 6 por 100 de la de los ferrocarriles. Un hecho muy importante, es que se ha visto que los ingresos de los tranvías es completamente independiente del buen ó mal estado de los negocios y, así mismo, tampoco dependen del estado de la prosperidad del país. Las tablas IV, V y VI se han formado con los datos contenidos en los informes oficiales del «Board of Railroad Commissioners de Massachusetts.» El Estado de Massachusetts es de todos los de la Unión el que más semejanza tiene con Inglaterra, por sus condiciones locales y las costumbres de los habitantes. La tabla VI muestra el rápido aumento, tanto en el tráfico de los pasajeros como en la extensión en millas. La tabla IV muestra el coste de equipar los tranvías en las pequeñas y las grandes ciudades, la cual varía entre £ 7.000 y £ 20.000 por milla de vía sencilla. La tabla V demuestra que, para el transporte de pasajeros, los tranvías juegan un papel más importante que los ferrocarriles. Se ha demostrado, no solamente en América, sino también en Inglaterra y en el Continente, que donde quiera que un tranvía eléctrico corre paralelamente á un ferrocarril, el primero se apodera de todo el tráfico local. Se ha dicho y repetido con frecuencia, que el empleo de una fuerza de tracción mecánica en los tranvías es peligroso para la seguridad del público. En América, en donde se permiten velocidades relativamente considerables, los Comisarios de tranvías informan que la proporción de los pasajeros y empleados muertos durante los dos últimos años de explotación eléctrica, parece ser la misma que cuando se empleaba la tracción animal en 1888.

El punto que discutimos se puede considerar dividido en trabajos exteriores, material móvil y estación central generadora.

TRABAJOS EXTERIORES.—Conductores.—La línea aérea de conductores tiene que ser soportada, ya sea por palomillas fijadas en postes ó en las casas, ó ya por hilos de alambre extendidos entre postes fijos ó entre rosetas colocadas en las fachadas de las casas. Tanto para la conveniencia de la buena apariencia, como para conseguir un funcionamiento regular, los alambres conductores deberán estar todo lo tensos que sea compatible con su resistencia y con la mínima temperatura que se conozca en la localidad. La práctica mejor sancionada no consiente más de un esfuerzo de 2.000 libras para un alambre de cobre esti-

CUADRO V.—Pasajeros transportados por los ferrocarriles y tranvías.

	1895.	1896.
Movidos solamente por fuerza animal. Millas	61,799	35,132
” por la electricidad. ”	1,002,756	1,241,363
” por electricidad y fuerza animal. ”	22,62	14,54
Ganancias totales. £	2,649,274	2,980,188
Dividendos. por 100.	5,76	5,87
Pasajeros transportados. Total.	259,794,308	292,358,943
” por electricidad.	205,866,134	236,544,417
” por ferrocarril.	53,928,174	55,814,525
Diferencia á favor de la electricidad.	151,937,960	180,729,892

CUADRO VI.—Incremento adquirido por los tranvías del Estado de Massachusetts (E.E. U.U.), desde 1887 hasta 1896.

Año.	Número de Compañías.	Millas de línea.	Millas instaladas para tracción animal.	Millas instaladas para tracción eléctrica.	Coste de la construcción.	Coste de la instalación.	Capital invertido.
					£	£	£
1887	44	470,27	470,27	—	3.524	1.666	6.534
1888	46	533,59	533,59	—	3.384	1.464	6.461
1889	46	574,17	523,65	50,52	3.236	1.576	6.781
1890	48	612,38	451,52	160,86	3.467	2.131	7.651
1891	56	672,45	383,42	289,03	3.584	2.323	8.178
1892	61	754,85	258,55	496,30	3.904	3.043	9.230
1893	60	874,14	163,06	711,08	5.358	2.347	10.673
1894	68	938,84	103,87	824,97	5.349	2.305	10.592
1895	75	1,077,99	61,80	1,016,19	4.797	2.036	9.820
1896	83	1,276,75	25,13	1,241,62	4.679	1.961	9.278

Año.	Pasajeros transportados	Recorrido en Coch. Millas	Número de empleados	Coches.	Caballos.	Motores.
1887	124.787.328	20.625.846	5.222	2.633	11.874	—
1888	134.478.319	23.244.767	5.531	2.588	11.391	—
1889	148.189.403	24.259.491	6.302	2.942	11.817	—
1890	164.873.846	26.516.937	6.246	3.247	11.241	—
1891	176.090.189	27.770.166	6.449	3.494	10.640	—
1892	194.171.942	29.678.036	7.185	3.679	6.734	—
1893	213.562.009	34.507.282	8.070	4.040	3.531	3.013
1894	220.464.099	36.722.978	7.451	4.058	2.014	3.906
1895	259.794.308	43.655.560	8.048	4.426	1.436	4.704
1896	292.358.943	53.613.685	9.130	4.913	878	5.958

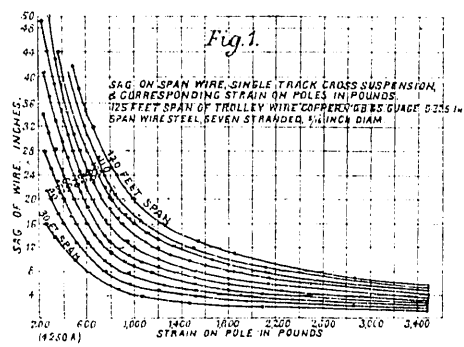
CUADRO VII.—Alambres de acero galvanizado.

Diámetro del alambre. Número de la hilera... 15	12	11	10
” de pulgadas... 0,070	0,110	0,120	0,135
Número de cabos. 7	7	7	7
Diámetro total aproximado. Pulgadas. 1/4	5/16	3/8	7/16
Peso por cada trozo de 100 pies. Libras. 10	21	29	36
Resistencia absoluta á la tensión. ” 1,600	3,360	4,640	5,720

CUADRO VIII.—Postes tubulares modelo.

Longitud total del poste.	Longitud y diámetro exterior de los tres tubos que lo forman.			Peso total.	Limite de resistencia á la flexión permanente.
Pies.	Pies. Pulgs.	Pies. Pulgs.	Pies. Pulgs.	Libras.	Libras.
29	16 1/2 × 10	8 × 8	7 1/4 × 7	1,503	4,500
30	17 × 10	8 1/2 × 8	7 1/4 × 7	1,552	4,400
31	17 × 10	9 1/2 × 8	7 1/2 × 7	1,593	4,200
28 1/2	16 × 8	8 × 7	7 1/4 × 6	1,493	3,400
29 1/2	16 × 8	9 × 7	7 1/4 × 6	1,524	3,200
30	17 × 8	8 1/2 × 7	7 1/4 × 6	1,559	3,150
28 1/2	16 × 7	8 × 6	7 1/4 × 5	769	2,000
29 1/2	16 × 7	9 × 6	7 1/4 × 5	991	2,000
30	17 × 7	8 1/2 × 6	7 1/4 × 5	998	1,800
28 1/2	16 × 6	8 × 5	7 1/4 × 4	689	1,200
29 1/2	16 × 6	9 × 5	7 1/4 × 4	613	1,000

rado en frío de Brown & Sharpe No. 0, 0,325 pulgadas de diámetro, á las temperaturas más bajas á que pueda ser expuesto. Conocido este limite, se puede deducir, por medio de tablas, el esfuerzo de tensión que se debe aplicar al alambre al colgarlo. Las curvas representadas en la figura 1 resultarán útiles para ayudar á determinar la flecha máxima que se puede permitir en las luces ordina-



rias de 120 á 140 pies. Una regla aproximada para este país, donde es raro tener más de 20° F. bajo cero, es dar una flecha de 0,75 por 100 de la luz á una temperatura media de 60 á 65° F. El cable debe ser de una calidad uniforme y fabricado en trozos de poco más de media milla de largo. Los empalmes deberán hacerse con soldadura llamada de plata antes de ser recubiertos con una bola de cobre de lingote. La variación máxima que se puede permitir en el diámetro del alambre será de 0,0004 de pulgada. La resistencia á la ruptura que debe poseer el alambre será en la proporción de 56.000 libras ó 25 toneladas por pulgada cuadrada. En la colocación de los alambres de suspensión se debe antes determinar tanto la altura del gancho de donde ha de estar suspendido el alambre como la flecha de éste. En la tabla VII se encontrarán datos de los alambres de acero galvanizados usados generalmente para suspender el cable.

Postes.—El esfuerzo que los postes laterales han de soportar depende de la magnitud de la flecha que se dé á los alambres que los unen. En las curvas, estos esfuerzos son frecuentemente muy grandes, y los postes ordinarios formados de tubos de hierro ordinarios, encajados uno en otro, son completamente inútiles. En la tabla VIII se dan detalles de un poste ideado especialmente para esta clase de trabajos. Todos los postes deben tener la suficiente resistencia para poder aguantar los mayores esfuerzos laterales sin que sufran modificación alguna permanente en su forma. Los postes de término y los que se emplean en las curvas deberán ser los de mayor resistencia. Los postes ordinarios deberán poder resistir, al menos, un esfuerzo directo de 500 libras sin que sufran flexión que exceda de 4 á 6 pulgadas. Su resistencia deberá ser tal que puedan soportar, además del peso del conductor aéreo, el peso adicional cuando se halla cubierto de nieve ó de hielo. Siempre se hallan los postes sujetos á vibraciones que les son comunicadas por el cable. Es, pues, de la mayor importancia que los enchufes en los postes estén muy bien contruidos y reforzados. Las uniones se hacen calentando el tubo de mayor diámetro hasta la temperatura de soldadura y enchufando entonces en él el de menor diámetro, pasando los dos enseguida por entre unos cilindros. Después de terminado este empalme, si se corta un trozo de él por la unión se ve que los dos tubos se han soldado sólidamente y que la línea de unión ha desaparecido com-

pletamente. Este empalme se conoce con el nombre abreviado de «Empalme SSS.» Los tubos empleados en la fabricación de postes son todos soldados con pestaña, y los de mayor tamaño llevan, además, remaches y contra-remaches á lo largo de la costura. Los trozos de tubos se empalman de tal manera, que las costuras de los trozos consecutivos se hallan separadas entre sí 120 grados, cuando los postes están contruidos, como se hace generalmente, por tres trozos. Si no se tiene cuidado de hacerlo así resulta que los postes, en vez de curvarse uniformemente, lo hacen por las juntas. Los postes que se construyen con los empalmes «SSS» se pueden hacer de tal modo, que esté en ellos calculada con toda precisión la flexión que han de dar cuando se les someta á determinados esfuerzos. Esto no es nunca posible si se emplean otros empalmes, pues más tarde ó más temprano ceden y causan molestias. Los postes reglamentarios usados en Dublín y Liverpool tienen cinco diferentes tamaños; todos tienen 31 pies de longitud y van enterrados 6 pies en el suelo. El número 1 es capaz de resistir un esfuerzo lateral de 350 libras, aplicado en la cabeza, y no debe mostrar más que una flexión temporal de 6 pulgadas, y para un esfuerzo de 700 libras una flexión permanente de 1/2 pulgada. Para los otros cuatro tamaños, los límites correspondientes son:

POSTES	Esfuerzo de flexión	Flexión temporal.	Esfuerzo de flexión	Flexión permanente.
Núm. 1....	350 libras.	6 pulgadas.	700 libras.	1/2 pulgada.
» 2....	500 »	» »	1.000 »	» »
» 3....	700 »	» »	1.200 »	» »
» 4....	1.000 »	» »	1.700 »	» »
» 5....	2.000 »	» »	2.600 »	» »

Los postes deberán ser lo más redondos posibles, y toda la diferencia que se concede es 1/8 de pulgada entre el diámetro máximo y el mínimo. Con objeto de que todos sean lo más iguales posible, no se concede más que una diferencia de 1/16 de pulgada en todas las dimensiones señaladas. La cabeza del poste no deberá variar más de 1/4 de pulgada de la perpendicular. De cada partida de postes se ensayará el 10 por 100, y si tres postes resultasen defectuosos se reservará el derecho de rechazar toda la partida. Los postes se dejarán caer de pie tres veces consecutivas de una altura de 6 pies sobre alguna materia muy dura, y después de esta prueba, no deberán mostrarse resentidos en manera alguna sus enchufes.

Aisladores.—Los aisladores deberán ser de estructura fuerte y su parte aisladora deberá hallarse protegida por una envoltura metálica que los ponga al abrigo de desperfectos por causas exteriores. Se han ideado aisladores especiales para las diferentes clases de servicios. Para el ordinario de los tranvías, el alambre conductor va, generalmente, soldado á las orejas de bronce que hay en el aislador, pero en los casos de alambres muy pesados, como los que se emplean en los ferrocarriles económicos y líneas de gran velocidad, esta soldadura no es suficiente y es necesario recurrir á tensores ú otros aparatos mecánicos. Algunas veces, y cuando se emplea un alambre redondo muy pesado, éste se prepara con dos mortajas para que encaje por ellas en las orejas del soporte y tenga de este modo un agarre seguro la soldadura.

Material móvil.—Puede dividirse en cajas de los coches, carretones, motores y sus accesorios. Las cajas no

tienen carácter alguno especial, sino es que han de ser más fuertes que las que ordinariamente se construyen.

Carretones.—La fabricación de carretones adecuados para los coches motores y coches destinados á ser arrastrados, es de la mayor importancia. La de la tracción eléctrica ha cambiado por completo la construcción de los aparatos de marcha. En los tiempos en que la única fuerza motriz empleada en la tracción de los coches en las calles eran los caballos ó mulas, se consideraba muy suficiente suspensión para la caja del coche un solo par ó juego de muelles apoyados sobre las cajas de engrase, y muy á menudo, una simple barra era todo el arriostramiento que existía entre los dos juegos de ruedas. La adopción de la fuerza eléctrica y de coches equipados con motores sencillos ó dobles, aumentó en gran manera la carga.

La gran demanda que en poco tiempo hubo de esta clase de material, hizo que aparecieran una multitud de modelos diferentes, los cuales, en el espacio de diez años, han quedado reducidos, por selección, á solamente los verdaderamente útiles y prácticos, y es justo decir que se han llegado á comprender tan perfectamente las verdaderas necesidades y condiciones de la tracción eléctrica, que los carretones eléctricos puede asegurarse han alcanzado hoy en día diseños prácticos que bien pueden considerarse como modelos. La construcción de carretones ha llegado á ser en América una industria aparte de la de los coches, aunque haya todavía algunas casas que se construyan sus tipos especiales. Bastidores rígidos se han empleado en la construcción de los carretones para los coches movidos por gas, vapor, aire comprimido ó cable sin fin, pero en todos ellos las condiciones son completamente diferentes á las de los coches movidos por electricidad. Bien caro costó á los primeros tranvías eléctricos el adquirir esta experiencia, y testigo de ello son los montones de hierro viejo, en donde se ven aún coches casi enteros, que sólo corrieron unas cuantas millas antes de ser desechados.

El éxito ó fracaso de un tranvía eléctrico puede muy bien depender de la calidad de los carretones del motor, y el conseguir un excelente carretón es casi tan indispensable como el emplear un buen motor. El carretón de un coche motor se compone de muchas partes, y las más importantes de ellas son los bastidores laterales, resortes, ruedas, ejes, cajas de los mismos, cojinetes y suspensión del motor, cajas de arena, frenos y otros aparatos de seguridad. Las condiciones que debe llenar un carretón para ser adecuado para la tracción eléctrica, son las siguientes:

1.^o El carretón debe ser tan ligero como sea compatible con su rigidez y suficiente resistencia.

2.^o Deberá estar bien atirantado y reforzado de modo que su rigidez y triangulación sean enteramente independientes de la caja del coche. Pues los esfuerzos que un carretón motor tiene que soportar al tomar las curvas y al subir las rampas, son mucho mayores que en los coches tirados por caballos, pues éstos son los que ejercen tracción en el coche al tomar las curvas y los que saben cambiar de velocidad haciéndola más lenta en las pendientes.

3.^o Las cajas de los ejes deben ser impenetrables al polvo, lubricarse automáticamente y necesitar muy poco ó ningún cuidado.

4.^o La acción del freno debe ser sencilla, eficaz y de fácil ajuste, y las zapatas deberán poder ser reemplazadas con ligereza y facilidad y hallarse montadas de tal manera,

que los movimientos verticales de la suspensión del coche no tengan influencia alguna sobre la acción de ellas.

5.^o El carretón debe estar construido de manera que todas sus piezas sean fácilmente accesibles y que, tanto los motores como las ruedas, ejes, aparato del freno y demás partes, se puedan desmontar fácilmente sin que haya necesidad de desarmar todo el carretón para ello. Se deberá evitar todo lo posible que sobre un mismo perno se reúnan esfuerzos de sentido distinto.

6.^o La caja se fijará al carretón de tal modo, que con sólo aflojar algunas tuercas se pueda separar de él.

7.^o Los resortes de suspensión deberán estar dispuestos de modo que hagan que el movimiento del coche sea tan suave con toda la carga como cuando esté vacío y que eviten los vaivenes de costado y los fuertes cabeceos á que tan sujetos se hallan los coches de tranvía, generalmente al tomar curvas y sobre caminos mal nivelados. Este es un punto muy importante, no sólo por lo que toca á la comodidad de los pasajeros, si que también para evitar el que sufran deterioro las cajas de los coches y los hilos de la distribución eléctrica, pues, especialmente esto último, podría tener graves consecuencias por producir cortos circuitos en los motores.

8.^o Es de la mayor importancia el escoger las ruedas más apropiadas.

Hay tres diferentes clases de carretones: el rígido, de 4 ruedas; el radial, de 6 ruedas, y los carretoncillos, de 4 ruedas, para los coches de 8. Sin embargo, de estos tres, sólo el primero y el último se emplean generalmente, pues el carretón radial no ha dado los resultados satisfactorios que se esperaban.

Carretón de 4 ruedas.—En el carretón rígido de 4 ruedas la batalla tiene espacio muy restringido y es, por lo tanto, necesario adoptar una disposición por medio de la cual la caja vuelve á un extremo y otro tanto como se pueda, y, además, es indispensable el empleo de resortes que disminuyan el efecto perjudicial que los saltos y sacudidas tienen sobre la caja y el aparejo del motor. El carretón moderno que más se ha empleado en todos los tranvías británicos y coloniales más adelantados y mejor equipados, es el «Peckham»; ha sido adoptado en Bristol, Dublín, Guernsey, Clontarf, Coventry, Isle of Man North Staffordshire, Dover, Leeds, Birmingham, Brisbane, Sidney y otros puntos, habiendo dado en todos los casos resultado completamente satisfactorio. El sistema de soporte adoptado como el mejor para el bastidor del carro, es el *canti-lever*, que con tanto éxito se emplea en la construcción de los puentes y que la experiencia ha sancionado como la forma más resistente. Este principio se ha seguido fielmente en la construcción del carretón «Peckham», y aunque en él se hayan introducido las modificaciones indispensables para adaptarlos á las varias exigencias de la explotación de los tranvías urbanos, el principio fundamental se ha conservado íntegro en todos ellos. El carretón *canti-lever* se considera hoy en los Estados Unidos como el verdadero carretón modelo, y prueba de ello es, que en la actualidad hay en uso en aquel país más de 15.000 de estos carretones.

A medida que aumenta la longitud de la caja del coche, aumenta también la dificultad de volar los extremos del bastidor sin tener que recurrir á aumentar la altura de las plataformas del coche sobre el nivel del suelo. La resistencia que cualquiera armadura opone á la flexión, varía pro-

porcionalmente al cubo de su profundidad; por lo tanto, si las plataformas del coche se elevaran todo lo que fuera necesario sobre el nivel de la calle, sería cosa muy fácil el encontrar apoyo suficiente para los tableros del coche de manera que fuese imposible el que cedieran en los extremos bajo la influencia de cargas muy pesadas. Pero cuando la distancia entre el carril y el borde inferior de los tableros se halla limitada, como sucede en los coches para las calles de una población, todo lo que sea más de 27, ó cuando más 30 pulgadas, es excesivo, pues cada pulgada de aumento en la elevación de la plataforma sobre el nivel de la calle, dificulta, y muchísimo, la entrada y salida de los pasajeros en el vehículo. Por lo tanto, este es, prácticamente, el límite de elevación de la caja de los coches que se empleen en el servicio de las calles de una población. Este problema ha sido resuelto de una manera que nunca había sido hasta ahora aplicada á los tranvías, gracias al empleo de viguetas de prolongación. Utilizando la vigueta de prolongación como miembro inferior y el tablero del coche como miembro superior, se construye otra segunda armadura *canti-lever*, la cual se apoya de una manera flexible sobre la armadura principal del carretón. Las viguetas de prolongación en vez de terminar, como hasta aquí ocurría, en el extremo del bastidor del carretón, siguen por debajo alrededor de éste y van afianzadas á los tableros del coche por medio de pernos que pasan á través de los soportes del carretón y de los resortes extremos. No se ha alterado en nada el ángulo de estas viguetas de prolongación, pero como caen mucho más abajo, dan con ello al coche mayor base de sustentación que tendría de otra manera. Con este método es posible montar sobre carretones de batalla de sólo 7 pies, coches con una longitud hasta de 35 pies.

Entre otras importantes mejoras, está incluida la del mecanismo flexible, que hace posible el construir la armadura *canti-lever* de prolongación en varias secciones, de modo que, por ejemplo, la parte que va por bajo de la caja de los ejes, se puede quitar cuando se necesite sacar las ruedas y los ejes, y que cuando está colocada forma con las otras secciones una armadura continua. Esta disposición permite, también, colocar en su parte superior resortes en espiral, que sirven para que el bastidor del carretón se apoye, por intermedio de ellos, sobre las cajas de los ejes y se evite, tanto á ésta como á la caja, el contacto metálico rígido con las barras, favoreciendo también á éstas al evitarles el constante martilleo que sufrirían si estuvieran cosidas rigidamente á la caja del coche.

Carretón articulado.—El rápido crecimiento de las líneas inter-urbanas, en las cuales la tendencia es usar coches muy largos, y el desecho de muchas Compañías de tranvías de emplear coches de esta clase, el trabajo diario en las ciudades dió por resultado la aparición en ellos del carretón articulado, que tiene su origen, no sólo en la experiencia adquirida en los ferrocarriles, sino en la de muchos años que se llevan estudiando las necesidades de los tranvías eléctricos. Los coches sobre carretones articulados, como se sabe, corren con muchísima suavidad y llevan una doble suspensión, formada por los resortes elípticos y los espirales que van sobre cada caja de ejes. El aparato del freno es muy sencillo y las zapatas se aplican con una poderosa palanca. El centro de gravedad está lo más bajo posible en estos carretones. La batalla se ha conservado pequeña, y el espacio entre los ejes queda

completamente libre, de modo que, sin dificultad, se pueden montar dos motores en el coche. Los resortes están colocados de modo que permiten sacar la vigueta del frente y los resortes elípticos, pronto y fácilmente, siempre que sea necesario para examinar ó limpiar los motores. Cuando hay que hacer esta operación, sólo hay que levantar la caja del coche y las viguetas de frente por medio de gatos, y el bastidor del carretón puede entonces sacarse por debajo de ella. Todos los remaches que se emplean en la construcción de estos coches están hechos en caliente, neumáticamente á una presión de 30 toneladas.

Motores.—En los primeros tiempos se empleaban los motores con mecanismo de doble reducción y, por consiguiente, había una gran pérdida de fuerza en la doble transformación de la alta velocidad de la armadura ó la baja de los ejes del coche, y muy rara vez se obtenía un rendimiento de un 60 por 100. Hoy, gracias á los buenos tipos y excelentes mano de obra y materiales, se ha conseguido un cambio tan completo, que en la mayoría de los casos y bajo distintas condiciones, se consigue un efecto útil de un 80 por 100, que permanece constante aun con cargas muy variables. Cuando por vez primera se trató de emplear la electricidad en la tracción de los coches de tranvías, se quiso aplicar los motores estacionarios que entonces existían, al mecanismo anticuado de los coches. El motor se ponía en comunicación con los ejes por medio de correas de transmisión, cadenas, cojinetes de fricción y otros mecanismos, todos los cuales se han abandonado á causa de los muchos gastos que ocasionaba su entretenimiento y de su reducido rendimiento. La primera vez que se introdujo el mecanismo de doble reducción de velocidad, fué en la línea experimental de Woonsocket en la Isla de Rodas, cuya línea fué instalada del todo por las Compañías Thomson-Houston y Pentley-Knight, en el año 1886, en la cual se demostró claramente las ventajas de emplear carretones contruidos expresamente y conteniendo todo lo necesario. Los motores de entonces eran, además de alta velocidad, de un volumen exagerado y hacían necesario el empleo de un mecanismo de reducción doble entre la armadura y el eje; cada reducción era próximamente de 9 á 1; de modo que una velocidad de 1.500 revoluciones por minuto en la armadura, daba una velocidad al coche de unas 15 millas por hora. Los últimos modelos de motores de doble reducción que se fabricaban en Europa y los Estados Unidos, dieron y dan excelentes resultados en el trabajo; pero más recientemente la gran competencia que existe entre los fabricantes ha hecho que aparezcan disposiciones más ventajosas.

Después de demostrada la posibilidad de que los motores eléctricos hicieran el trabajo de tracción de los tranvías, el problema que se presentó fué el de perfeccionarlos todo lo posible con objeto de reducir los gastos de explotación á un mínimo. Esto se consiguió en parte con las mejoras introducidas en el motor de doble reducción, y sobre todo, la introducción de los motores de simple reducción. El éxito de esta simple reducción de velocidad estimuló á los inventores y no tardaron en aparecer tipos de motores que van montados directamente sobre el eje motor y que carecen por lo tanto de todo mecanismo de transmisión. Sin embargo, éstos no se han adoptado todavía para los tranvías urbanos, por causa de su mayor peso y también por lo rápidamente que se deterioran, debido á la absoluta carencia de resortes de suspensión que amorti-

güen los frecuentes choques causados por las desigualdades de la vía. Este exceso de peso y rápido deterioro, que naturalmente traen consigo un aumento en el coste inicial y en el de entretenimiento, impide que puedan competir en buenas condiciones con los motores de reducción simple.

(Se continuará.)

PHILIP DAWSON,
Ingeniero Mecánico.

Londres, Febrero 98.

REVISTA EXTRANJERA

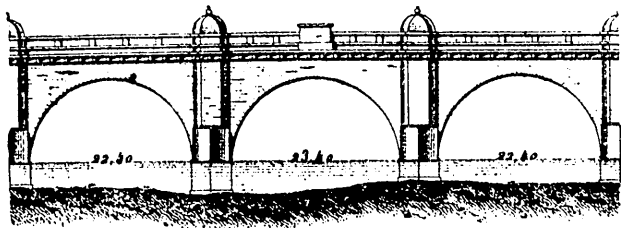
Los puentes de fábrica de Londres.

Las siguientes noticias sobre los antiguos puentes de fábrica de Londres, algunos de los cuales han sido reemplazados por arcos metálicos de fundición ó de hierro, proceden, en su mayor parte, de un informe de M. Molesworth, redactado con motivo de la reconstrucción del puente de Westminster.

El más antiguo de los que se conservaban á principios de este siglo era el llamado Puente Viejo, construido en 1176. Tenía veinte arcos con un desagüe lineal de 137^m,20, que fué ampliado hasta 166^m,10, en 1759, por la construcción de un gran arco central. Existían sobre él dos filas de casas, un pórtico y una capilla, celebrada por su mérito arquitectónico. El ancho de la calle central destinada al tránsito era de 6^m,09. Las casas fueron demolidas en 1754, para aumentar el ancho libre entre pretilas. Este puente no existe ya; fué demolido en 1831.

El puente de Westminster (fig. 1) fué construido por los años 1739 á 1750 y costó 9.737.500 pesetas. La cimentación ofreció

Fig. 1.



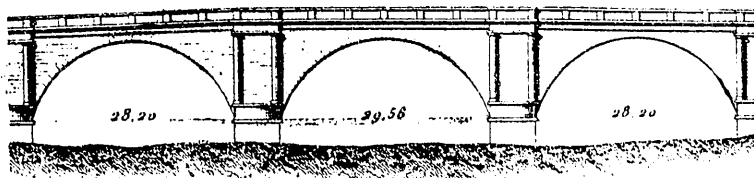
grandes dificultades; se empleó por primera vez el sistema de cajones sin fondo con pilotaje, y una de las pilas experimentó un asiento considerable, habiendo sido preciso reconstruir los dos arcos contiguos después de cargar la pila con grandes pesos.

Era de piedra de Portland, con trece arcos principales de medio punto y dos pequeños. Su desagüe lineal era de 250 metros. La altura de la clave del arco central sobre las más altas aguas navegables era de 7^m,92. El ancho de la parte afirmada 8^m,53 y los de los andenes 2^m,13. Las pendientes de las avenidas de acceso eran primitivamente de 0,067, y posteriormente se suavizaron, reduciéndolas á 0,045.

Los gastos de reparación de este puente se elevaron, desde 1810 á 1846, á 4.755.525 pesetas, ó por término medio, 132.098 pesetas al año. En 1853 fué reemplazado por un puente de 7 arcos de fundición, con una longitud total de 353 metros y un ancho de 26.

El puente de Blackfriars (fig. 2) fué construido de 1760 á 1769. Constaba de 9 arcos, cuyas luces variaban de 21^m,33 á 30^m,47 desde los extremos al centro, y cuyo rebajamiento estaba comprendido entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$. El espesor en la clave era de 1^m,52.

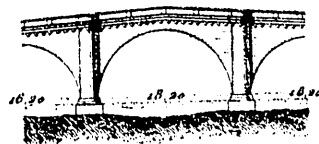
Fig. 2.



La altura libre debajo de la clave era de 8^m,22 en el arco central, el ancho de la parte destinada al tránsito de los vehículos, 8^m,35, y el de los andenes 2^m,20. Las rasantes de acceso tenían en un principio una pendiente de 0,062, que se redujo posteriormente á 0,042. Era de piedra de Portland, y sus enjutas estaban decoradas por dobles columnas apoyadas en los tajamares. La obra estaba muy bien aparejada, pero los cimientos de pilotaje cedieron, y fué preciso demoler este puente, siendo reemplazado por 5 tramos metálicos de 56 metros de luz.

Merece citarse por su buena construcción el puente de Kew (fig. 3) situado aguas arriba de Londres y á corta distancia de la población, en un estrechamiento del cauce del Támesis. Se com-

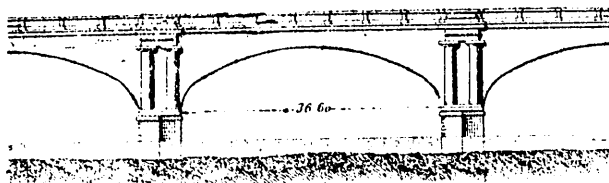
Fig. 3.



pone de arcos de medio punto; la luz del arco central, que es el mayor, es de 18^m,20. Este puente subsiste en la actualidad, á menos que no haya sido demolido estos últimos años.

El puente de Waterloo (fig. 4) se construyó por los años 1811 á 1817. Es todo de granito. Se compone de 9 arcos carpaneles de 36^m,57 de luz, rebajados al $\frac{1}{4}$. El desagüe lineal es, pues, de 329^m,13 y la longitud total 385 metros. La altura de la clave so-

Fig. 4.



bre las máximas aguas navegables es de 8^m,22. El ancho de la parte afirmada 8^m,37 y el de los andenes 2^m,13. Por el lado de Middlesex, la rasante de acceso es casi horizontal, y en la margen de Surrey presenta una pendiente de 0^m,035. Los tajamares sostienen dos columnas coronadas por cornisamentos completos. Los pretilas se componen de partes caladas, separadas por robustos dados ó pilastras en las claves y en los apoyos. El puente propiamente dicho costó 14.310.375 pesetas, y las avenidas 8.449.300 pesetas; total, 22.759.675 pesetas.