

quedaban bien envueltos de morteros hidráulicos, quedaban exactamente en el mismo estado que tenían en el momento de su colocación, completamente exentos de óxido y con una adherencia perfecta al mortero.

M. Hennebigue, el inventor del sistema de cemento armado, me confirmó esta opinión, manifestándome que había observado en repetidas ocasiones que en vigas antiguas de cemento armado, que había deshecho, observó siempre, no sólo que el hierro se presentaba perfectamente limpio y con el tinte azul característico que posee cuando sale del laminador, sino que el óxido que contenía en el momento de su empotramiento en el hormigón se adhería al mortero, formando con éste una especie de combinación durísima é inerte.

Si á todo esto se añade que el cemento Portland presenta una adherencia extraordinaria con el hierro, aunque la superficie de éste presente profundas oxidaciones, y se tiene en cuenta, por último, la propiedad esencial del cemento de endurecerse más y más bajo la acción de los agentes atmosféricos, se comprende fácilmente el éxito que han obtenido los numerosos ensayos en que se ha sustituido la pintura al óleo por un enlucido de Portland.

En las campanas de aire comprimido de las obras del dique del Musel, constantemente sumergidas, nos ha dado excelente resultado la pintura con Portland, que presenta un bonito color gris, formando un enlucido brillante.

Así es que también se han pintado con lechadas de este cemento, las placas bombeadas del puente de Rivadesella, sobre las que ha de extenderse una capa de hormigón para cimiento del entarugado de la calzada.

Conviene, sin embargo, advertir que el Portland no adhiere al hierro cuando éste lleva capas anteriores de pintura, así es que sólo debe emplearse este procedimiento para las piezas sin pintar, y en este caso, es seguro el éxito.

En cuanto al procedimiento, puede variar, según los casos.

En el puente de Europa, en París, debajo del cual pasan innumerables trenes, cuyos humos destruían rápidamente los hierros, se han revestido éstos con una envolvente de cemento armado bastante ligera para no aumentar sensiblemente el peso muerto.

En Berlín se preservan los hierros que deben quedar enterrados por medio de un enlucido de mortero de cemento á un tercio.

En Austria se limpian con fuertes cepillos los hierros, se lavan después con agua y se pintan con dos manos de lechada de Portland, algo espeso, á la que se añade una mitad de arena fina; en las partes vistas se reduce la proporción de arena, siendo indiferente el empleo del agua dulce ó salada.

Este último procedimiento es el que nos parece más práctico y el que aconsejamos á los Ingenieros y constructores, pues en vista de los éxitos obtenidos, no vacilamos en considerar la pintura de Portland como más permanente y más preservativa, y su coste menos de la mitad del de la mejor pintura al óleo.

J. EUGENIO RIBERA.

CARACTERES MECÁNICOS DE LA TRACCIÓN ELÉCTRICA ⁽¹⁾

Las figuras 12 y 13 han sido facilitadas por la Compañía British Thomson-Houston. La figura 12 representa el efecto útil comercial, el esfuerzo de la torsión ejercido en la circunferencia de una rueda de 33 pulgadas y la velocidad con campos magnéticos, pleno y divididos, de un motor G. E. 800 con armadura de cuatro vueltas; es decir, un motor de la General Electric, que tiene un motor de 800 libras. Este motor fué en un principio construido para líneas americanas y sirve para velocidades de 12 á 15 millas por hora. La figura 13 pone de manifiesto el efecto útil, velocidad y esfuerzo de tracción de un motor G. E. 1.000 con pleno campo.

La figura 12, facilitada por la Compañía Westinghouse, representa el efecto útil, el esfuerzo de torsión sobre una rueda de 30 pulgadas y el número de caballos desarrollado por un motor número 4^o, que está valorado nominalmente en 25 caballos de fuerza. Los ensayos de la temperatura de esta máquina fueron los siguientes: amperes, 38; fuerza electromotriz aplicada, 500; duración del ensayo, una hora; esfuerzo de tracción de la barra sobre la rueda de 30 pulgadas, 1.000 libras; elevación de la temperatura en el conmutador, 54 grados Fahrenheit, en el campo magnético, 115 grados, en la armadura, 72 grados. Para corrientes más altas que las anteriores, la temperatura se elevará próximamente en proporción al cuadrado del aumento de la corriente. Pero en el caso de corrientes más bajas, la

(1) Véase el número anterior.

CUADRO XIII.—Ensayos en la estación generadora de fuerza eléctrica de Pratt Street.—Ferrocarril City and Suburban de Baltimore (Estados Unidos).

Fecha del ensayo, 1895.. Agosto	14	16	17	21	Promedio.
Promedio de caballos indicados durante veinte horas..... C. J.	1.860	1.873	1.773	2.000	1.876 ⁴⁵
Idem id. eléctricos durante veinte id. C. E.	1.395 ⁴⁵	1.405	1.330	1.499	1.407 ⁴⁴
Carbón gastado, total.... libras.	75.678	70.885	72.885	74.511	73.490
Idem id. por C. I. y por hora, máquinas solas..... libras.	1 ⁴⁸ 3	1 ⁴⁷ 0	1 ⁴⁸ 5	1 ⁴⁶ 7	1 ⁴⁷ 6
Idem id. por C. I. y por id., otra clase de maquinaria.... libras.	0 ⁴² 0	0 ⁴¹ 9	0 ⁴² 1	0 ⁴¹ 9	0 ⁴² 0
Idem id. por C. I. y por id., en toda la estación..... libras.	2 ⁰³	1 ⁴⁸ 0	2 ⁰⁶	1 ⁴⁸ 6	1 ⁴⁹ 6
Idem id. por C. E. y por id. en toda la estación..... libras.	2 ⁴⁷ 1	5 ⁴²	2 ⁴⁷ 4	2 ⁴⁸	2 ⁴⁶ 1

Gasto de carbón.—El gasto arriba indicado se basa en la cantidad total de carbón empleado en la estación para la producción de la fuerza eléctrica mencionada, no habiendo hecho deducción alguna por las cenizas, carboncilla ó humedad.

Carga.—La carga máxima fué de 781 C. I.; la mínima, de 366; y el promedio, durante cuatro horas, 553 C. I.

Generadores.—Cuatro de 500 kilowatts, de la Compañía «General Electric», de 670 C. E. cada uno, formando un total de 2.680 C. E., y uno de 200 kilowatts y de 268 C. E.; total, 2.948 C. E.

Calderas.—Cuatro juegos de Cambell et Zell de tubo de agua y de 700 C. cada uno, dando un total de 2.800 C.

Máquinas de vapor.—Cuatro «Compound» de Mc. Jutosh et Leymour, con cilindros de 20 y 36 pulgadas de diámetro por 36 pulgadas de embolada, cada una de 750 C. I., formando un total de 3.000 C. I.; otra de los mismos fabricantes, con cilindros de 15 y 23 pulgadas de diámetro por 17 pulgadas de recorrido, y de fuerza de 250 C. I.; máquinas de 50 C. I. para el atizador mecánico, y los elevadores y transformadores; total, 3.300 C. I.

Dos bombas duples de alimentación, sistema Blako, de 14 y 8 ¹/₂ pulgadas de diámetro por 12 pulgadas de recorrido, y cada una de una capacidad de 2.800 caballos, lo que hace 5.600 caballos; dos bombas y receptores combinados, de 6 y 4 ¹/₈ pulgadas de diámetro por 7 pulgadas de recorrido, cada una de 4.500 caballos de capacidad, lo que hace 9.000 caballos; total, 14.600 caballos.

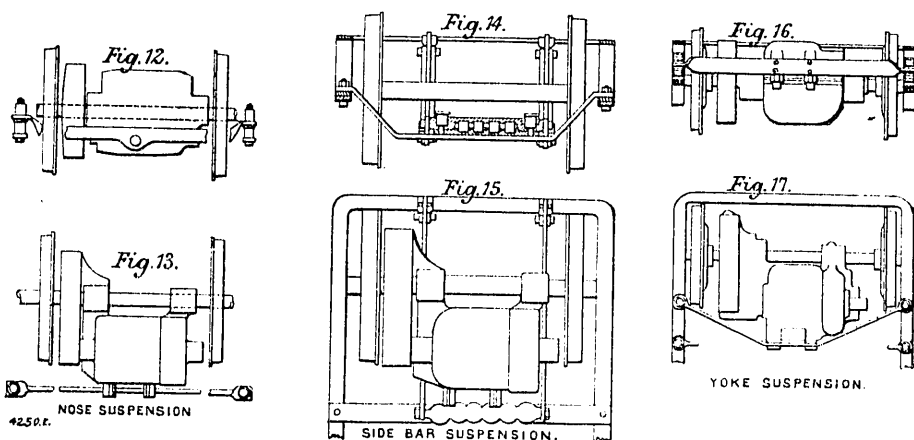
Dos bombas de aire verticales gemelas y condensadoras, sistema Blake, cada una de una capacidad de 1.800 caballos, lo que hace 3.600 caballos; una idem horizontal de 250 caballos de fuerza; total, 2.850 caballos de capacidad.

Aparatos para transportar el carbón y las cenizas, sistema Hunt. Fogoneros mecánicos, sistema Roney.

temperatura no descenderá en proporción al cuadrado de la disminución, porque el factor de la pérdida en el hierro puede considerarse como constante y, por lo tanto, tiene mayor valor relativo en el caso de pequeñas cargas.

Estaciones generadoras.—El éxito ó mal resultado de una línea eléctrica depende, en gran parte, de la colocación y distribución de la estación generadora. Las condiciones que han de servir de norma para su instalación son, por muchos conceptos, diferentes de las que hay que tener en cuenta en la construcción de una estación central para luz eléctrica. El trabajo varía en ellas constantemente, y estas variaciones son muy grandes ó inesperadas. Cualquiera interrupción en el servicio es asunto mucho más serio que en el caso de la luz eléctrica y, por lo tanto, se deben tomar todas las precauciones posibles para hacer que sea casi imposible la menor suspensión del servicio en cualquiera circunstancia. En muchas ocasiones, la estación tiene que estar funcionando durante varios días seguidos. En las grandes estaciones generadoras americanas algunas máquinas han tenido frecuentemente que estar funcionando continuamente durante ocho y diez días. El diagrama de la figura 15 es representación de los resultados obtenidos en una serie de observaciones hechas en un tranvía inglés, y en la tabla 9 se dan las dimensiones más recomendables para las máquinas que se emplean en las estaciones generadoras.

Las máquinas que se empleaban en los primeros tiempos eran demasiado pequeñas y deficientes en fuerza. Ac-



tualmente, las dinamos para el trabajo de explotación de los tranvías están construidas de tal manera, que los accidentes en ellas son tan raros como los que pueden ocurrir en las máquinas motoras mismas. En las primeras líneas eléctricas se tenía excesiva reserva de fuerza; hoy se ha abandonado esta práctica, y por la tabla 9 se verá cuál es la reserva conveniente con que se debe contar. Por ella se ve también que debe haber un número conveniente de máquinas para producir el número de caballos de fuerza que sea necesario como un máximo para la explotación de línea y, además, una máquina de reserva. Con esta reserva se puede conservar toda la instalación en un estado perfecto de reparaciones y ajuste, pues siempre habrá una máquina que esté parada y que, en caso de una interrupción, puede colocarse en lugar de la que se descomponga.

Transmisiones.—Existe una gran diversidad de opiniones en el asunto de cómo se deben unir las máquinas motrices y las dinamos. Unos son partidarios de las transmisiones de correas ó cables y otros del acoplamiento directo. La gran objeción que al acoplamiento directo se ha hecho es su falta de elasticidad, la cual, en el caso de un inesperado aumento de carga, pudiera dar lugar á que la misma máquina se deteriorase. Se afirma que las correas

TABLA XIV.—Generadores de los tranvías eléctricos.

Fuerza indicada.	Peso total del generador.		Diámetro del árbol.	ARMADURA	
				Diámetro.	PESO
Kilo-watts.	Libras.	Tons.	Pulgadas.	Pulgadas.	Libras. Tons.
150	43.100 =	5,8	7 á 9	45	6.000 = 2,7
225	37.000 =	16,5	9 á 11 $\frac{1}{2}$	59 $\frac{1}{2}$	14.520 = 6,5
	34.300 =	15,3	9 á 11 $\frac{1}{2}$	59 $\frac{1}{2}$	13.920 = 6,2
	21.000 =	9,4	9 á 10 $\frac{1}{2}$	45	7.000 = 3,1
300	60.400 =	27,0	14 á 16	59 $\frac{1}{2}$	20.720 = 9,3
	43.900 =	19,6	14 á 16	59 $\frac{1}{2}$	16.650 = 7,5
	39.100 =	17,4	14 á 16	59 $\frac{1}{2}$	15.500 = 6,9
400	74.250 =	33,1	15 á 18	72	31.480 = 14,0
	79.440 =	31,9	15 á 18	72	30.580 = 13,6
	64.300 =	28,8	15 á 18	72	28.740 = 12,8
	59.700 =	36,6	14 á 16	65 $\frac{1}{2}$	24.900 = 11,1
500	87.150 =	38,9	16 á 18	88 $\frac{1}{2}$	35.800 = 16,0
	76.000 =	34,0	16 á 18	88 $\frac{1}{2}$	32.000 = 14,3
	71.300 =	31,8	16 á 18	88 $\frac{1}{2}$	30.500 = 13,6
	64.300 =	28,8	16 á 18	88 $\frac{1}{2}$	27.100 = 12,1
800	110.000 =	49,1	19 á 22	94 $\frac{1}{2}$	49.440 = 22,1
	100.900 =	45,0	19 á 22	94 $\frac{1}{2}$	45.520 = 20,3
	94.400 =	42,2	19 á 22	94 $\frac{1}{2}$	41.170 = 18,4
1.300	158.930 =	71,0	24 á 27	126	69.910 = 31,2
1.500	163.200 =	72,5	24 á 27	126	73.100 = 32,6
250	40.000 =	17,8	12 á 14	60	15.000 = 6,7
400	60.000 =	26,8	16 á 19	75	25.000 = 11,2
500	90.000 =	40,2	18 á 21	80	30.000 = 13,4
800	125.000 =	58,8	21 á 23	90	40.000 = 17,8
1.200	195.000 =	87,1	23 á 25	115	65.000 = 29,0
1.500	240.000 =	107,0	24 á 27	130	70.000 = 31,3

CUADRO XIV.—Generadores de los tranvías eléctricos.

Número de polos.....	Revoluciones por minuto.	EFECTO UTIL COMERCIAL			FUERZA VALORADA
		Plena carga.	Media carga.	Cuarto de carga.	
	Revoluciones.	Por ciento.	Por ciento.	Por ciento.	Kilowatts.
6	200	93 $\frac{1}{2}$	92 $\frac{1}{2}$	89	150
6	120				
6	150	93 $\frac{3}{4}$	93	89 $\frac{1}{2}$	225
6	200				
6	100				
6	150	94	93	89 $\frac{1}{2}$	300
6	200				
8	80				
8	100				
8	120	94	93	89 $\frac{1}{2}$	400
6	150				
10	75				
10	90				
10	100	94	93	89 $\frac{1}{2}$	500
10	125				
10	80				
10	100	94 $\frac{1}{2}$	93 $\frac{1}{2}$	90	800
10	120				
12	80	95	94	90 $\frac{1}{4}$	1.300
12	75	95	94	90 $\frac{1}{4}$	1.500
	100				250
	90 á 100				400
	90				500
	80 á 90				800
	80				1.200
	75				1.500

y cables de transmisión actúan como resortes ó impiden que choques inesperados puedan perjudicar las máquinas. Parece, sin embargo, fuera de toda duda que para las estaciones que emplean máquinas directamente acopladas de 500 caballos ó más son preferibles las máquinas de vapor compound de baja velocidad condensadora, ya sean horizontales ó verticales. El acoplamiento directo va cada día ganando más terreno y deberá siempre elevarse para unidades de 100 kilowatts en adelante.

Se deben construir las estaciones generadoras de modo que las máquinas ocupen el menor espacio posible, pero sin que por ello deje de haber en la sala de máquinas amplitud para moverse los empleados, luz y, sobre todo, buena ventilación. El que se adopten máquinas horizontales ó verticales parece depender, en primer lugar, del espacio disponible que haya, y en segundo lugar, del capricho del Ingeniero que proyecte la estación.

Fuerza.—Como quiera que el trabajo de los tranvías es de tal naturaleza que, aun en las estaciones más grandes, la carga usual excede muy rara vez de los dos tercios del máximo, para obtener una máquina que resulte económica será necesario que ésta esté construída de tal manera que con su consumo de vapor más económico produzca los dos tercios de su fuerza máxima. Así es que si suponemos una máquina que en el punto más económico de su registro, el 28 por 100, da 350 caballos de fuerza en el punto máximo de su registro, el 80 por 100, dará 520 caballos de fuerza. Por lo tanto, cuando se encarga una máquina de 350 caballos de fuerza, se supone y se espera que dicha máquina puede funcionar con una sobrecarga de 50 por 100 y que los generadores están contruidos para soportar el mismo esfuerzo. Todas las piezas de rozamiento estarán contruidas con dimensiones suficientes para funcionar sin recalentarse al 50 por 100 de su fuerza indicada.

Máquinas de vapor.—Como consecuencia de la diferencia de condiciones que existen entre una estación central de luz eléctrica y una estación generadora de fuerza para tracción en los tranvías, los fabricantes de máquinas de vapor que tienen experiencia en los tranvías, construyen

ahora un tipo de máquinas muy diferente para la tracción que el que fabrican para luz eléctrica, por supuesto, en cuanto se refiere á las dimensiones y pesos, como lo demuestra la tabla 10. Las condiciones en que trabaja una máquina para tranvías son aún más onerosas que las de las máquinas empleadas en un taller de laminado. La menor variación, ya sea en el número de revoluciones por minuto ó en la velocidad angular por revolución, es de la mayor importancia en una estación generadora para la tracción, mientras que estas mismas variaciones tienen poca importancia en un taller de laminado. Una estación para la tracción deberá estar arreglada de tal manera que, si la carga normal se aplica ó se quita súbitamente de la máquina, la velocidad de ésta no deberá variar más de un 2 por 100, y aun en algunos casos especiales, el máximo de variación permitido es de 1 $\frac{1}{4}$ y 1 $\frac{1}{4}$ por 100. Cuando se emplean corrientes polifásicas, la constancia en la velocidad es todavía de mayor importancia, y se debe contar con la garantía de que bajo ninguna circunstancia variará la velocidad angular durante una revolución más de tres cuartos de unidad por ciento, y aun en algunos casos no más de un medio por ciento. Con volantes muy pesados y reguladores especiales para el trabajo de los tranvías, especialmente cuando estos reguladores son del tipo de volantes, es perfectamente posible el llenar las anteriores condiciones. Un regulador en el árbol es, indudablemente, mucho más satisfactorio, por todos conceptos, que ningún otro regulador de bolas movido por medio de correas ó engranaje desde el árbol.

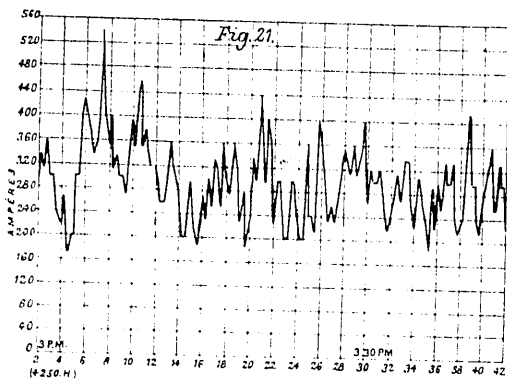
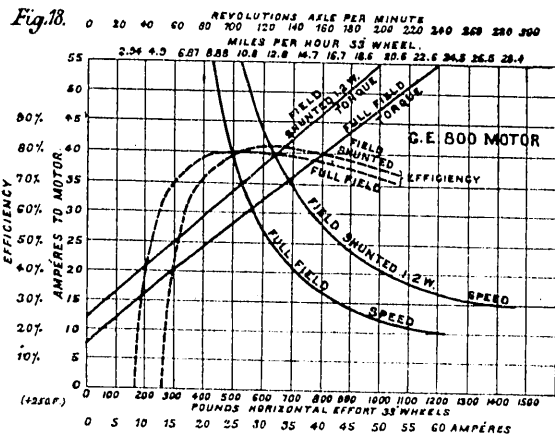
Regulación.—Durante los últimos años han ocurrido varios accidentes con los volantes en América, y más adelante se dirá algo más sobre estos accidentes. Muchos de estos accidentes en los volantes han ocurrido con máquinas en las que se empleaban reguladores de bolas muy delicados y un aparato de válvula. Los reguladores de bolas son muy inseguros cuando tienen que funcionar sin carga alguna y al vacío. Generalmente hacen su efecto, pero alguna vez el aparato de válvula, debido al desgaste ó á un mal ajuste, impide que la máquina pueda gobernarse á sí misma. Para evitar este inconveniente, se instala general-

CUADRO XV.—Ejemplos de carretones «Peckham» en Inglaterra é Irlanda. Peso de la caja del coche con asientos en la imperial, 2 toneladas.

Población donde trabajan.....	Bristol.		Bristol. Extensión.		Dublin Southern.		Dublin. Clontarf.		Leeds.		Plymouth.		Dover.		Cork.		Coventry.			
	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.	Pies.	Pulg.
Batalla.....	5	6	5	6	6	0	6	0	6	0	5	6	5	6	6	0	6	6	5	6
Distancia entre los resortes.....	11	8	13	2	12	8	12	8	13	8	11	8	11	8	13	9	14	0	11	8
Largo del bastidor superior.....	13	2	14	9 $\frac{1}{2}$	14	0	14	0	15	3 $\frac{1}{2}$	13	2	13	2	15	3 $\frac{1}{2}$	16	0	13	3
Ancho de la vía.....	4	8 $\frac{1}{2}$	4	8 $\frac{1}{2}$	5	2 $\frac{3}{16}$	5	2 $\frac{3}{16}$	4	8 $\frac{1}{2}$	3	6	3	6	3	0	3	6	3	6
Largo de la caja del coche de extremo á extremo.....	13	2	16	8	16	8	16	8	16	0	14	0	15	0	14	8	19	2	14	1 $\frac{1}{2}$
Largo de la caja del coche incluyendo los tableros de las plataformas.....	24	8	27	2	25	2	25	2	26	6	24	6	25	0	25	2	27	8 $\frac{1}{2}$	22	7 $\frac{1}{2}$
Capacidad del coche, número de personas....	43		53		53		53		50		41		44		44		54		40	
Peso del carretón..... libras....	4,690		4,448		4,658		4,522		4,690		4,690		4,690		4,450		5,112		4,782	
Peso del coche-motor (vacío).... toneladas.	8		8 $\frac{3}{4}$		8 $\frac{3}{4}$		8 $\frac{3}{4}$		8 $\frac{1}{2}$		8 $\frac{1}{2}$		8		8		9		8	
Diámetro de los ejes..... pulgadas.	3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$		3 $\frac{3}{4}$	
Peso de cada eje..... libras....	140		140		159		159		140		120		120		100		110		110	
Idem de cada rueda de 30 pulgadas de diámetros..... libras....	330		330		330		303		322		330		330		330		330		330	

Clase del carretón.—Bristol, Dublin Southern, Dublin Clontarf: prolongación de cantiliver «standard» 6 C. Bristol extensión: extralargo 6 E. Z. Cork: extralargo perfeccionado 8 C. Coventry: extralargo 6 E. y «standard» 6 C. Dover: prolongación de cantiliver «standard». Leeds: extrafuerte núm. 9. Plymouth: prolongación de cantiliver «standard».

mente en esta clase de máquinas un segundo regulador que trabaja á unas 10 revoluciones más despacio que el regulador principal, y que si se sobrepasa la velocidad para que se halla calculado, hace que funcione una válvula de cierre que inmediatamente corta toda entrada de va-



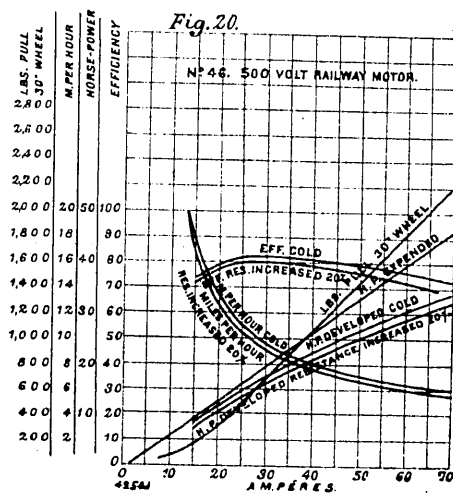
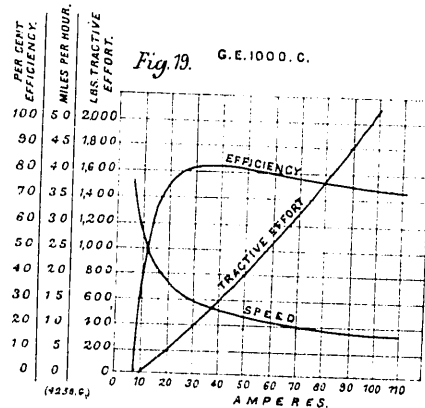
por en la máquina. Esta disposición parece como una confesión de que estas máquinas son susceptibles de escaparse. Empleando poderosos reguladores en el árbol en conexión directa con las válvulas de cierre de vapor, es imposible que las máquinas se escapen.

La tabla 11 da las dimensiones principales de los cojinetes y volantes, así como el peso de las máquinas, tipo que hoy funcionan con buen éxito en grandes estaciones generadoras para tranvías, los dos primeros ejemplos con reguladores de volante. Las máquinas más pequeñas están provistas con válvulas de émbolo sencillo ó doble, y las grandes con válvulas de parrilla. En las pequeñas, el regulador actúa solamente sobre el cilindro de alta presión, pero en las grandes está dispuesto de tal modo, que actúa sobre los dos cilindros. La tabla 12 da las dimensiones de algunas máquinas tipo, empleadas en el continente europeo, la mayoría de las cuales están empleadas en mover trenes de laminar. Al comparar las dimensiones de los cojinetes en esta tabla con los de las máquinas para tranvías, se verá que la proporción entre la longitud y el diámetro en la tabla 11 es cerca de 2 á 1, mientras que en la tabla 12 esta misma proporción es cerca de 1 1/2, á 1. Los cojinetes principales van generalmente provistos de unas camisas cilíndricas, que son muy fáciles de quitar, y están hechas huecas de modo que pueda circular agua por ellas para en el caso de que se recalentara un cojinete por causa de haber entrado alguna materia extraña; por este medio se puede hacer que la máquina continúe su trabajo por el período necesario.

Ensayos.—En la tabla 13 se dan los resultados de los ensayos hechos recientemente en una de las más grandes

estaciones de América. En ella hay cuatro máquinas tandem condensadoras compound; cilindro de alta presión, 20 pulgadas de diámetro; baja presión, 36 pulgadas; embolada, 36 pulgadas; presión inicial, 125 libras por pulgada cuadrada; condición económica de trabajo, 5 por 16 de embolada en el cilindro de alta presión; vacío, 24 pulgadas de mercurio; revoluciones, 103 por minuto. Cada una de estas cuatro máquinas mueve, por medio de una correa de transmisión, un generador de 500 kilowatts, y hay, además, una máquina acoplada directamente que tiene cilindros de 15 y 23 pulgadas de diámetro y 17 pulgadas de embolada, la cual mueve un generador de 200 kilowatts. Los resultados se pueden considerar como altamente satisfactorios. En la práctica, el consumo mínimo de carbón es de 1,67 libras por caballo indicado y de 2,48 libras por caballo eléctrico en el conmutador. Parece, pues, que en una estación de grandes proporciones y bien dispuesta, no sería un cálculo muy aventurado el estimar el consumo de carbón por caballo de fuerza indicado en 2 libras y solamente en 2,66 libras por caballo eléctrico, de modo que por cada unidad eléctrica del «Board of Trade», no excederá de 3,3 libras.

Volantes.—Es asunto muy importante el empleo de volantes en las estaciones de tracción eléctrica. Estos volantes tienen que ser mucho más pesados que los que se emplean en las estaciones centrales de luz eléctrica, por la razón de que, según el reglamento del «Board of Trade», las transmisiones polifásicas son obligatorias, y de aquí la absoluta necesidad de conservar lo más constante posible



la velocidad angular. Los esfuerzos que á veces tienen que soportar son, en verdad, enormes. Las dinamos para el trabajo en los tranvías están construidas con tal cantidad de cobre y tan perfecto aislamiento, que pueden sufrir, sin desperfectos, los peligrosos efectos de un corto circuito.

Van provistas, desde luego, de interruptores que generalmente obran con prontitud; pero puede ocurrir, y á veces ocurre, que el interruptor no corte el circuito todo lo inmediatamente que es necesario. Puede, por lo tanto, suceder que la máquina se pare casi instantáneamente y el volante sufra, por lo tanto, un esfuerzo enorme. Además, en el momento en que el volante acaba de pararse, puede suceder que el interruptor obre, y en este caso, toda la fuerza del émbolo se aplicaría de pronto al volante para hacerlo girar, lo que significaría otro grandísimo esfuerzo para el volante. Es, pues, absolutamente preciso el poner el mayor cuidado en el tipo del volante, pues los accidentes en ellos causan terribles destrozos que, en cuanto á sus efectos, pueden considerárseles tan perniciosos como los de las explosiones de calderas, sino peores. Las velocidades angulares que están permitidas en América son mucho mayores que las que se encuentran en este país ó en el continente europeo. Allí, frecuentemente se consienten más de 90 pies por segundo, como se verá por algunas de las tablas, mientras que en la práctica inglesa no se considera seguro el pasar de 80 pies. Esto puede ser debido á la mejor calidad de la fundición americana.

En algunas estaciones de tranvías de América se han adoptado volantes de palastro, análogos, en su construcción, á una caldera ó á un puente. En las figuras 18 y 19 se muestran diferentes clases de estos volantes y también uno de fundición, de 15 pies de diámetro y de un peso de unas 49.000 libras, ó sea 22 toneladas. Los volantes así fabricados tienen, generalmente, el cubo de fundición de hierro con refuerzos, á los cuales se remachan los tirantes de la armazón de modo que se cargue sobre ellos el esfuerzo que de otra manera ejercería el armazón sobre los pernos que la sujetan al eje. Con el cubo van unidos unos palastros en forma de segmento, que se extienden hasta el borde superior del diámetro de la rueda, que de esta manera resulta llena. La unión de los segmentos se hace por medio de pestañas; por encima de ellos, y circularmente, van unos hierros remachados á través de cada segmento y del cubo. Los segmentos van generalmente reforzados por medio de unas piezas que se cosen al cubo por medio de pernos diagonales que actúan como tirantes.

El aro del volante está formado también por palastros y, generalmente, se rebordean hacia abajo después que la rueda ha sido montada y acuñada en el eje.

Los accidentes en los volantes se pueden atribuir á tres causas principales: 1.º, á mala calidad de la fundición ó defectos interiores; 2.º, á construcción ó disposición defectuosas, y 3.º, á excesiva velocidad. Al adoptar un volante, es fácil calcular sus diferentes piezas, de tal modo, que sea seguro poder pararlo dentro de ángulo determinado. Al estudiar este asunto en varios volantes de los que mejor resultado han dado en el trabajo de los tranvías, se ha hallado que su construcción es tal, que pueden ser parados en menos de una revolución completa y que el factor de seguridad varía entre 17 y 18.

Generadores.—Una cuestión importante es la clase de generadores que se han de emplear en la tracción eléctrica. Como en el caso de las máquinas de vapor, los generadores para tranvías (tabla 14), tienen que poder soportar grandes cargas, y aun sobrecargas, sin experimentar deterioros. Además, como uno de los polos está en comunicación con tierra, se debe cuidar que el aislamiento sea lo más perfecto posible. Como quiera que las cargas que

experimentan son en extremo variables, las dinamos, que generalmente se emplean para producir la luz eléctrica, necesitarían que constantemente se estuviese alterando en ellas la posición de las escobillas. Para evitar esto, se introducen, en los generadores para tranvías, fuertes inducciones magnéticas, lo que hace que no sea necesario el mover las escobillas y evita, asimismo, la producción de chispas. La práctica más general y mejor es emplear armaduras dentadas para el trabajo de los tranvías.

En cuanto á qué clase de arrollamiento se debe adoptar para el campo magnético, parece que, según los experimentos verificados con máquinas excitadas separadamente y de arrollamiento en derivación y «compound», las mejores para el trabajo de los tranvías, bajo todos conceptos, son los generadores «over-compound». La presión usual de la corriente empleada en las líneas de trolley es de 500 volts; y para esta tensión, las dinamos están construidas de tal manera, que la presión en los terminales, sin ninguna carga, es de 500 volts, la cual aumenta á 550 volts con la carga máxima. Las «over-compound» se pueden regular hasta un 10 por 100 variando una derivación de plata alemana que va colocada en las bobinas de series.

Las curvas representadas en la figura 20, y que se deben á la bondad y cortesía de las Compañías «British Thomson-Houston» y «Westinghouse», muestran el gran efecto útil producido por los generadores de tranvías con grandes variaciones en la carga.

PHILIP DOWSON.

Londres, 98.

APUNTES HISTÓRICOS DE LA ESCUELA ESPECIAL DE INGENIEROS

DE

CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

No creemos poder comenzar mejor esta reseña que transcribiendo literalmente los siguientes párrafos de la Memoria que sobre el estado de las obras públicas de España presentó el Excmo. Sr. Director general del ramo al Excmo. Sr. Ministro de Fomento en 18 de Junio de 1856:

«Así como no se concibe en el día la existencia de la profesión del abogado, del médico, sin que también existan al mismo tiempo establecimientos de enseñanza en los que se proporcione á los que se dedican á las carreras del foro ó de la medicina, los conocimientos que requiere el buen desempeño de su profesión, tampoco es posible imaginarse que una nación de la importancia de España, que tanto necesita para su futura prosperidad del desenvolvimiento de las obras públicas, y cuyo atraso científico ha sido tan lastimoso, si se ha de dirigir con acierto todo cuanto tiene relación con ellas, pueda pasar sin algún Instituto en que se dé á los Ingenieros la instrucción que los trabajos de su difícil carrera exigen. Esta Escuela, base ó cimiento del Cuerpo, es el elemento que más poderosa influencia ha ejercido y tiene que ejercer en la buena gestión de todos los intereses relativos al ramo de Obras públicas.

»Por no existir en épocas anteriores á la actual un establecimiento de esta clase, se invirtieron, sin conocimiento y sin fruto alguno para el país, sumas inmensas, que