

secciones del tramo á partir de la carga mínima y fijando en $S = 14$ con la separación de estribos, obtendremos su sección

$$G = \frac{1}{400 \left(3 - \frac{x}{h} \right)} \times \frac{E' s}{h} \cdot S$$

según la que se emplearán los mismos estribos antes hallados con ligera variación en su distribución, según acusa la figura.

Lo mismo se calcularán las barras encorvadas de la armadura inferior, que serán las mismas en números y situación que las halladas para el tramo 1.º

La misma observación hecha en aquel tramo hemos de recordar aquí, y es que estando la carga en el tramo 2.º la inmediata lo estará en el 4.º, y, por tanto, no afectará á los apoyos de aquel tramo.

En la figura de detalle del larguero, hoja núm. 5 de los planos, hemos desdoblado fuera de la figura el número y forma de las varillas, que componen las armaduras, representándose por líneas de puntos los estribos.

TRAVIESAS. — Normalmente á los largueros, y como arriostramientos de las cabezas de las columnas donde aquéllos se apoyan, se colocan las traviesas que no han de resistir más que el peso propio y el de la carga móvil á su paso por encima de ellas. Por ser su separación (2 metros) mayor que vez y media la luz del forjado (0,93 metros) (según Zafra, pág. 261), no se considera aquél más que apoyado sobre los largueros y éstos sobre las columnas; así, pues, se podría prescindir de las traviesas, pero siempre es conveniente colocarlas como entramado que arriostra los pies derechos.

A pesar de no necesitar armadura, dado el gran peralte y sección de estas piezas, representada en la hoja núm. 5, figura del alzado del larguero, pues tiene la misma sección que éste y la luz del forjado 0,93; sin embargo, para mayor seguridad y para resistir la carga móvil colocaremos una armadura inferior, formada por dos hierros de 14 milímetros y una superior de uno del mismo diámetro, además de las barras que por el forjado superior le correspondan.

Estas traviesas se unen á las columnas aumentando su sección por medio de chaflanes que los armamos según vemos en la sección transversal de la hoja citada, con dos hierros también de 14 milímetros que se corresponden con los de la armadura inferior. Éstas y las barras del forjado se unen por estribos de 7 milímetros que se sitúan á 15 centímetros de distancia, según de puntos se dibujan. También en la figura hemos desdoblado la armadura de la traviesa dibujándola aparte con detalle.

La armadura de las traviesas, así como las de los largueros y forjado, se unen á la de las columnas que vamos á calcular.

(Continuará.)

ELECTRIFICACIÓN

DEL

LONDON AND SOUTH WESTERN RAILWAY

(P. S A B E)

La tracción eléctrica es el método de tracción por excelencia y el más conveniente para un servicio de arrabales. Las Compañías inglesas de Ferrocarriles, teniendo que luchar en los arrabales de Londres con la competencia de autobús y de tranvías, acaban de realizar un servicio rápido y muy frecuente. El London and South Western Railway ha redactado un gran proyecto de electrificación, cuya realización se ha

retrasado por causa de la guerra. La siguiente descripción permitirá formarse una idea de la amplitud del mismo, que constituye una importante aplicación de la tracción eléctrica á un ferrocarril.

El London and South Western Railway ha redactado, y en gran parte realizado, un proyecto de electrificación de sus líneas en los arrabales de Londres.

El conjunto del proyecto abarca una longitud de 156 kilómetros de línea, equivalente á 400 kilómetros de vía única.

La zona actualmente electrificada alcanza á 76 kilómetros de línea, ó sea, por lo menos, á 240 de vía única. La segunda parte del proyecto comprende, pues, 80 kilómetros de línea, ó sean 160 de una sola vía.

Las líneas actualmente electrificadas son: el lazo de Waterloo á Clapham Junction y vuelta por Wimbledon, Kingston, Twickenham y Richmond á Clapham Junction y Waterloo; el lazo de Bressford y Hounslow, y los empalmes de Hampton Court, Claygate y Shepperton.

Las otras líneas cuya electrificación está proyectada y en vías de ejecución comprenden las distintas líneas de la Compañía en el Oeste de Guildford.

La electrificación de estas líneas ha sido motivada por diferentes razones. Primeramente, era evidente que una Compañía cuyas líneas prestaban servicio en el valle del Támesis debía ofrecer á los viajeros trenes rápidos y frecuentes, solución difícil de obtener con la tracción de vapor sin gastos exagerados. Por el contrario, con la tracción eléctrica puede obtenerse este resultado sin gastos excesivos de primera instalación, con una reducción del precio de coste del kilómetro-tren.

Fundándose en estas razones la Brighton Company decidió extender rápidamente el empleo de la tracción eléctrica en sus líneas de arrabales y los resultados obtenidos son muy satisfactorios. Iguaes consideraciones han motivado la velocidad de los trenes y la frecuencia de las salidas en el Metropolitan District Railway, que une las líneas del London and South Western Railway en Putney y en Wimbledon. Además, había que tener en cuenta la competencia, siempre en aumento, de las Compañías de Tranvías y de Omnibus, que de año en año extienden sus servicios de arrabales.

En 1912 fué cuando los Directores de la Compañía determinaron definitivamente el proyecto de electrificación. Se adoptó la alimentación por medio del tercer carril con corriente continua á la tensión de 600 voltios, ya adoptada por otras varias Compañías inglesas para las líneas de arrabales.

Material móvil.

El material móvil alcanza un total de 252 coches de 15,55 metros de longitud. Estos coches hasta la fecha habían sido utilizados con la tracción de vapor; se han modificado recientemente para el servicio eléctrico. La dotación eléctrica ha sido adquirida en la British Westinghouse Electric and Manufacturing Company.

Los trenes han sido dotados de los elementos necesarios para la marcha con unidades múltiples y para la facilidad de maniobras se han constituido en grupos de tres coches, dos automotores y un remolque, acoplados entre sí de modo continuo. Estos grupos de tres coches pueden acoplarse entre sí para formar trenes de tres ó seis coches, según las necesidades del tráfico. Los trenes de tres coches pesan vacíos 96 toneladas y contienen 150 asientos.

La dotación eléctrica de un tren comprende cuatro motores de 275 caballos de vapor, girando á 590 vueltas por minuto, sien-

do la relación de engranajes de $\frac{21}{59}$ y las ruedas motrices son del tipo *standard* de 1,08 metros de diámetro. Los motores están montados á pares sobre los carretones colocados en los extremos del tren bajo la garita de conducción. Los aparatos de maniobra están colocados en las garitas, siendo cada par de motores maniobrados por los aparatos situados en la garita correspondiente.

Se ha adoptado preferentemente por los Ingenieros de la Compañía la disposición de los aparatos de maniobra en la garita de conducción, en vez de hacerlo bajo el coche, por razón de la mayor facilidad de acceso para el entretenimiento y reparación. La disposición de las distintas piezas de los aparatos ha sido estudiada, de modo á hacerlos accesibles por ambos lados. El acceso á los aparatos se obtiene, de un lado por la garita de conducción, y por otro por medio de dos puertas amplias, con charnelas, practicadas en el cierre de separación de la garita de conducción y del departamento de equipajes.

La disposición de los aparatos de maniobra en la garita de conducción y encima del carretón-motor, tiene además la ventaja de aumentar el peso al descansar sobre este carretón y, por consiguiente, aumentar la adherencia de las ruedas motoras.

Motores.

A los motores se les ha dotado de todos los perfeccionamientos utilizados para la construcción de los mismos. La construcción de los motores se ha hecho difícil por el poco volumen que deben presentar y por las duras condiciones de servicio que se les exige. Estos motores tienen también que presentar una gran resistencia mecánica, siendo esto una de las condiciones primordiales que deben realizarse.

El motor es del tipo enteramente cerrado, con enrollamiento en serie, cuyas características son bastante conocidas y particularmente apropiadas para un servicio de tracción. Lleva cuatro polos inductores en bobina, cuatro de conmutación y dos líneas de escobillas.

Las distintas aberturas para fijar los pernos que soportan las masas polares y los pernos de suspensión, se han ejecutado con máquinas-herramientas perfeccionadas y poniendo en ellas especial cuidado. Se ha puesto igualmente especial cuidado en la nivelación de las juntas de las masas polares con la montura. El uso general de moldes y plantillas para la construcción de estos motores permite obtener una gran precisión en la ejecución y la perfecta fijación de las piezas. Los polos inductores son de laminillas; los auxiliares están llenos y tienen una forma especial de desarrollo polar. Las bobinas inductoras están sostenidas en sus sitios por arandelas resortes, evitando en esta forma su desgaste por vibración.

La armadura es de construcción muy resistente y compacta. La ventilación se asegura con arreglo al sistema axial, por medio de un ventilador.

La corriente de aire atraviesa el travesaño del colector, el núcleo del inducido, el ventilador y vuelve entre las bobinas inductoras sobre la armadura y el colector. Al motor no se le ha previsto de abertura al aire libre por haberse previsto ya las suficientes dimensiones de las bobinas con objeto de asegurar una buena radiación y la repartición uniforme de la temperatura en el motor.

La construcción de los portaescobillas es particularmente fuerte; los soportes propiamente dichos son de bronce fundido y están fijos en la cara trabajada del armazón y sostenidos por dos árboles aislados sujetos por pernos al armazón del motor. El aislamiento se asegura por medio de mica introducida á viva fuerza

entre el árbol y el portaescobilla, protegiendo la mica durante la inserción por medio de tubos de acero duro. El portaescobilla completo, con sus soportes aislados, se somete á un ensayo de resistencia mecánica á una presión de 44 toneladas para asegurarse de que los soportes y sus aislamientos quedan convenientemente fijados al portaescobilla. Las escobillas están dispuestas para la regulación radial y permitiendo compensar el desgaste del colector; en el armazón y encima del colector existe una ancha trampa para facilitar la inspección y la regulación de los portaescobillas.

El engrasado se practica por medio de trozos de lana que conducen el aceite á la parte superior del cojinete, produciendo un engrasado automático y continuo. Un depósito separado contiene el aceite fresco, del cual es elevado y conducido á la parte alta del cojinete por los trozos de lana. La entrada del aceite en el interior de los motores se impide por medio de obturadores. El aceite sobrante se recoge en un recipiente de gran capacidad, de donde se extrae periódicamente. El armazón del motor está soportado por una consola de suspensión, fijada al travesaño del carretón por medio de resortes.

Los piñones y engranajes, así como las ruedas y los ejes, son de acero de calidad especial y han sido adquiridos en la Casa Sholey and Company. Las dimensiones de estos piñones y engranajes son bastante mayores que las adoptadas en la mayoría de los ferrocarriles. El diámetro del engranaje es de 0,775 metros. Se han elegido los piñones y engranajes de acero de calidad especial, teniendo en cuenta el gran número de kilómetros que son susceptibles de recorrer.

Aparatos de maniobra.

Los aparatos de maniobra para la marcha con unidades múltiples han sido construidos por la British Westinghouse Electric and Manufacturing Company. El funcionamiento es del tipo completamente eléctrico con graduaciones de aceleración automática.

Con este sistema la corriente de tracción se distribuye por medio de un cierto número de contactores eléctricos cuyas bobinas de maniobra están conectadas á los hilos de una línea de tren, de los cuales se envían las corrientes de maniobra por medio de un pequeño manipulador.

Los contactores están provistos de un cierto número de contactos de enclavamiento, que insertados en los circuitos de maniobra, aseguran el cierre perfecto de los distintos circuitos en las diferentes conexiones de marcha de los motores.

La arrancada de los motores de cada una de las ruedas motoras se acciona por un mecanismo independiente, para cada una de ellas, del instalado sobre la otra. En esta forma, la puesta en marcha de los distintos motores se regula según la necesidad individual precisa, lo que en cierta medida depende de las diferencias en las características de los motores y los diámetros de las ruedas motoras. Además, el sistema asegura una igualdad de la carga de los distintos motores y produce una economía de energía.

En este sistema es, en realidad, el manipulador la parte más sencilla de la dotación; esta observación es importante, porque es el único órgano manejado por los conductores, que generalmente no poseen ningún conocimiento técnico. La maniobra del manipulador es sencilla en extremo, no teniendo el conductor más que hacer que colocarla en la posición de marcha, pues las demás maniobras y mecanismos funcionan automáticamente. Para todas aquellas piezas en que puede producirse un arco á conse-

cuencia del corte de corriente, se ha instalado una insuflación muy potente. A los contactos se les ha dado un movimiento de deslizamiento para poder practicar la limpieza y evitar así la formación de gotitas producidas por la fusión de las lengüetas de contacto al abrir, las cuales podrían interponerse entre las lengüetas al cerrar el contactor.

Cada contactor y disyuntor se soportan por medio de una placa de acero fijada con pernos aislados por medio de tubo de mica á dos hierros en forma de U que existen á todo lo largo del grupo de los contactores. Esta construcción es á la vez ligera y sólida y presenta la flexibilidad necesaria para resistir á la trepidación. Además, resulta fácil en extremo el quitar y reemplazar un contactor.

Los contactos auxiliares antes mencionados se fijan al respaldo del contactor y se maniobran por medio de una palanca accionada por el núcleo móvil en solenoide de manejo, de modo que la apertura y cierre de los distintos contactos están ligados á los del contactor. Las distintas piezas que constituyen estos contactos auxiliares han sido dispuestas de modo que puedan desmontarse y reemplazarse fácilmente. Este número de piezas ha sido reducido al mínimo.

El bastidor que soporta los distintos grupos de contactores está dispuesto según la amplitud de la garita de conducción. Soporta igualmente las resistencias de arrancada, así como el fusible general, colocados encima de los contactores. Las resistencias de puesta en marcha son del tipo ordinario, de tres puntos de suspensión, montadas sobre columnas, soportes, aisladas con mica y ajustadas solamente por dos placas terminales de acero que dan una gran rigidez al conjunto. Como construcción, el disyuntor es análogo á un contactor, lleva un contacto suplementario de escobillas y bobinas con mecanismo de detención de máxima reglable.

El invertidor es del tipo de tambor. Los distintos segmentos están aislados del armazón por medio de mica; son de cobre de gran conductibilidad. Los dedos de contactos están provistos de extremidades reemplazables, teniendo resortes de cuello de cisne y las derivaciones de cobre de mucha conductibilidad. Los basamentos de los dedos están aislados de las barras que los soportan por medio de mica. Los contactos de detención de los circuitos de manejo están colocados sobre un tambor auxiliar instalado sobre el eje principal, de modo que las conexiones de los circuitos de inspección están ligados á la posición del invertidor. Los contactos auxiliares están provistos de una insuflación magnética muy potente, los dedos de los contactos auxiliares son idénticos á los del manipulador.

El manipulador es del tipo de tambor; se compone de una empuñadura principal y de otra de inversión enclavada con la primera, de modo que no puede ponerse en marcha más que cuando el manipulador está en el cero, y, por consiguiente, cortada la corriente de los motores. La empuñadura principal lleva un contacto auxiliar, en tal forma, que cuando el conductor lo abandona se corta la corriente de registro, y, por consiguiente, abiertos los distintos contactores, funcionan los frenos automáticamente. Para poder quitar los frenos, tiene el conductor que poner la maniobra al cero. En las marchas sin corriente ó en las paradas del servicio ordinario, el conductor coloca la manivela en el cero, manteniendo la mano puesta con el fin de evitar la interrupción de la corriente y el funcionamiento automático de los frenos.

La manivela principal del manipulador puede adoptar cuatro posiciones de marcha. La primera, llamada habitualmente maniobra, pone en circuito los motores en serie con la totalidad de las resistencias; la segunda, correspondiente á la puesta en marcha en serie, pone en circuito el mecanismo de aceleración que

asegura la eliminación progresiva de las resistencias, hasta la marcha de los motores en serie, estando todas las resistencias fuera de circuito; la tercera conecta los motores en paralelo, haciéndose el tránsito serie-paralelo, según el método muy conocido y llamado «del puente»; la cuarta posición pone en circuito el mecanismo de aceleración que elimina progresivamente las resistencias hasta la marcha directa de los motores en paralelo, sin resistencias.

No es necesario apoyar la manivela sobre cada división hasta que se realicen las conexiones correspondientes, puede conducirse directamente á la posición serie ó paralelo, pues el mecanismo automático realiza, división por división, las distintas conexiones hasta las correspondientes á la posición de la manivela. La corriente de arrancada y, por consiguiente, la aceleración, puede modificarse por la regulación del mecanismo automático. Este se compone de tres bobinas, dos provistas de núcleos sumergibles que llevan dos discos de cobre que tienen por objeto establecer el contacto entre distintos dedos insertados en el circuito de manejo. Las tres bobinas tienen un circuito magnético común. Las dos bobinas de sumergibles están insertadas en el circuito de maniobra y la tercera en el circuito de los motores. El objeto de que las dos bobinas estén insertadas en dicho circuito es de levantar los discos de contacto y, por consiguiente, abrir un circuito de manejo, elevándose los discos hasta que la corriente absorbida por los motores, y que circula en la tercera bobina, se halle por debajo de un valor predeterminado, para el cual se ha regulado el mecanismo. Los contactos de éste no se utilizan para la apertura de circuitos y, por consiguiente, no están sujetos al desgaste por chispas.

En la construcción de los aparatos de manejo se ha empleado exclusivamente materiales incombustibles. El aislamiento se efectúa únicamente con mica.

La toma de corriente se efectúa por un patín lateral que se desliza por el tercer carril y está montado sobre una traviesa de teca. El patín presenta una concavidad en su parte superior, así es que tiene dos superficies distintas de contacto. Sobre la traviesa y de modo muy accesible existe un fusible; uno de sus extremos está unido al calzo de toma de corriente, el otro al aparato de funcionamiento por medio de dos cables flexibles. Este fusible asegura la protección de los circuitos de potencia en caso de cortocircuito, simultáneamente con los aparatos dispuestos para este efecto en la garita de conducción. El cable de potencia está dispuesto en esta garita y la línea de tren fija sobre el techo de los coches y, por consiguiente, fuera del alcance de toda persona extraña al servicio.

Alumbrado y enfrenado.

El alumbrado de los compartimientos ha sido objeto de ensayos minuciosos por parte de los Ingenieros de la Compañía. La calefacción de los coches se efectúa por medio de radiadores eléctricos convenientemente dispuestos en los compartimientos.

Los frenos son del tipo de aire Westinghouse. El aire comprimido se obtiene por dos compresores accionados directamente por dos motores de poca velocidad, instalados cada uno sobre un automotor.

El funcionamiento de los compresores, su puesta en marcha y su detención simultánea se accionan por un regulador y un interruptor, conforme la disposición Westinghouse.

H.

