

son no solamente diferentes entre sí, lo cual es evidente, sino también diferentes de las sustituciones del grupo G, como fácilmente se demuestra; no repetimos aquí la demostración por haberla indicado al demostrar uno de los teoremas precedentes. Resulta de estas dos propiedades que siendo r el número de sustituciones de la forma ST, reuniéndolas para representarlas por un segmento y colocando éste á continuación del AC, el segmento CD será igual á AC, sin que esto quiera decir que el nuevo segmento representa un grupo.

Si el punto D no coincide con B, se podrá escoger entre D y B otra sustitución T, que no pertenezca al segmento AC ni al CD, y formando la serie

$$S_1 T_1, S_2 T_1, S_3 T_1, \dots, S_r T_1$$

se demostrará de un modo análogo á como se hizo con la anterior, que las sustituciones que le forman son diferentes entre sí y diferentes de las que representa el segmento AC; son asimismo diferentes de las representadas por CD; pues si alguna, la $S_p T_1$, por ejemplo, fuese igual á la $S_q T_1$, resultaría

$$T_1 = S_p^{-1} S_q T_1$$

y como el producto $S_p^{-1} S_q$ es una sustitución S_m del grupo G, resultaría $T_1 = S_m T_1$, es decir, igual á una de las sustituciones del segmento CD, lo que es contrario á la hipótesis.

Agrupando también estas sustituciones

$$S_1 T_1, S_2 T_1, \dots, S_r T_1$$

y representándolas por un segmento colocado á continuación del CD, ese segmento DE será igual á los dos anteriores, pues representa igual número de sustituciones que ellos.

Observemos que por este procedimiento vamos agrupando las N sustituciones de n letras en segmentos iguales AC, CD, DE, y continuando así llegaremos á obtener un segmento cuyo extremo coincida con B, pues de no ser así siempre encontraremos entre el extremo del último segmento y el punto B una sustitución T, con la cual se harán los razonamientos que con T, T₁, y agruparemos á los segmentos obtenidos otro nuevo. Vemos, pues, que la recta AB comprende un número exacto de veces al segmento AC, y esto es lo que se trataba de probar.

Decir que AB contiene un número exacto de veces á la AC, es lo mismo que decir que el cociente $\frac{N}{r}$ es un número entero; este número $\frac{N}{r} = i$, es lo que se llama índice del grupo G.

Este teorema es cierto no sólo para el grupo total y otro cualquiera, sino también, como ya hemos anunciado, para un grupo y un subgrupo suyo; la demostración es análoga á la anterior.

El teorema que acabamos de demostrar nos da el medio de formar el cuadro de Cauchy; éste se reduce á escribir todas las sustituciones de n letras en líneas de r sustituciones cada una, siendo r el orden del grupo de que se parte; el número de líneas es el índice del grupo.

El cuadro correspondiente al grupo $G(S_1, S_2, S_3 \dots S_r)$,

cuyo orden de r y su índice $i = \frac{N}{r}$ es el siguiente:

S_1	S_2	S_3	S_r
$S_1 T_1$	$S_2 T_1$	$S_3 T_1$	$S_r T_1$
$S_1 T_2$	$S_2 T_2$	$S_3 T_2$	$S_r T_2$
.....
$S_1 T_{i-2}$	$S_2 T_{i-2}$	$S_3 T_{i-2}$	$S_r T_{i-2}$

La primera línea de este cuadro está formada por el grupo G. Las demás líneas pudiera parecer que son también grupos; pero no es así, y más adelante veremos qué condición se necesita para que así sea.

Explicaremos ahora el significado que se da en la teoría que nos ocupa á las palabras *cambiable* y *permutable*.

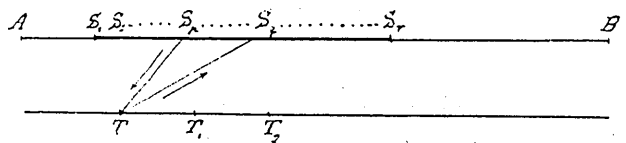
La primera se aplica á sustituciones aisladas y la segunda á una sustitución y un grupo ó á dos grupos.

Se dice que dos sustituciones A y B son cambiables cuando se verifica la relación $AB = BA$; de ella se deduce $A = BAB^{-1}$. Pero hemos visto que la sustitución BAB^{-1} es semejante á la A, es decir, que se descompone en igual número de ciclos que ésta y del mismo número de letras; luego la condición para que dos sustituciones sean cambiables puede enunciarse de otro modo diciendo: *dos sustituciones son cambiables cuando una de ellas, A, es igual á su transformada BAB^{-1} , por medio de la otra, B.* De aquí se deduce que para hallar todas las sustituciones cambiables con la A no hay más sino formar la transformada de ella MAM^{-1} y ver cuándo ambas son iguales; los valores (1) de M para los cuales esta transformada sea igual á A, son los que representan las sustituciones cambiables buscadas.

Se dice que una sustitución T y su grupo

$$G(S_1, S_2, S_3 \dots S_r)$$

son *permutables* cuando el producto de una sustitución



cualquiera del grupo por T es igual al producto de T por otra sustitución del mismo grupo, es decir, cuando $S_p T = T S_p$.

(Se continuará.)

M. LUIÑA.

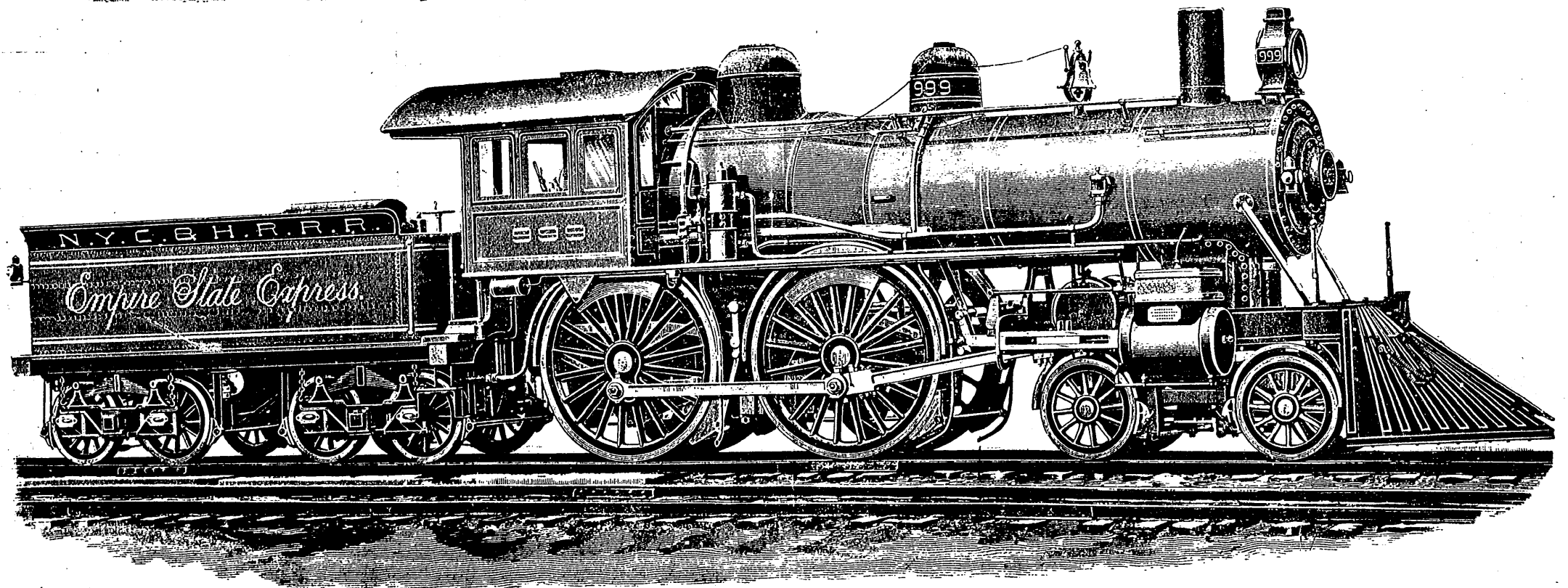
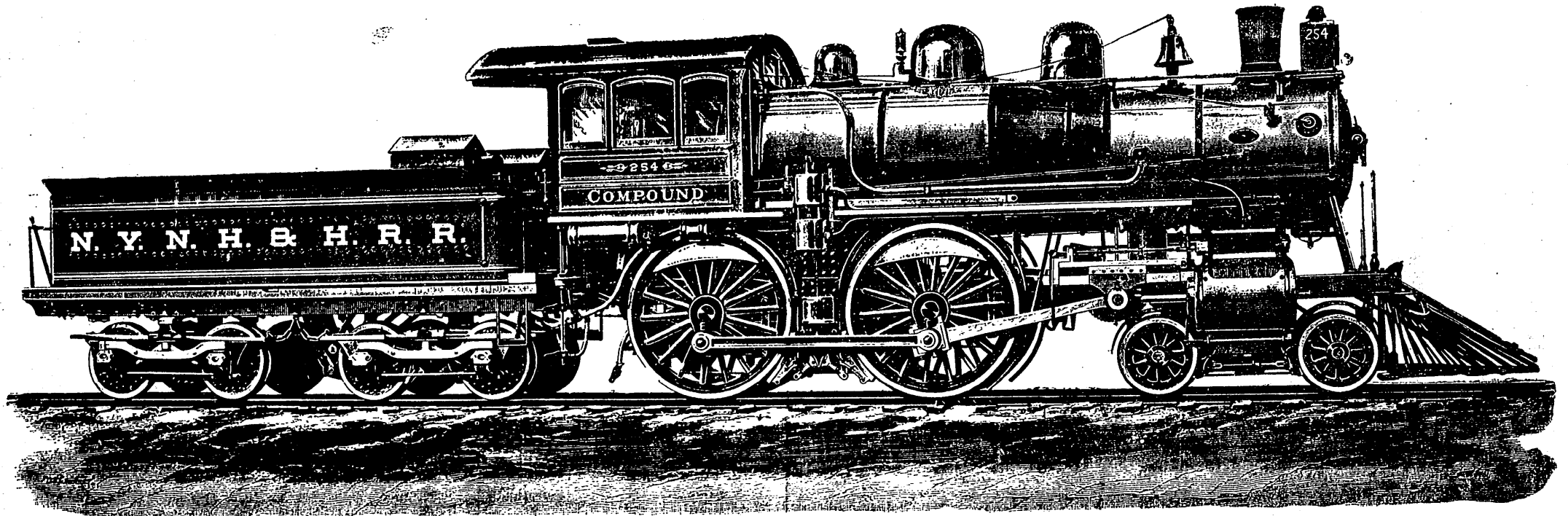
Alumno de la Escuela de Caminos

LOCOMOTORAS AMERICANAS

SUSPENSIÓN

Los constructores americanos han tenido que estudiar la suspensión de las locomotoras, teniendo en cuenta las vías por que circulan, mal construidas, peor conservadas y sin elasticidad; si á esto se une que los puentes-básculas

(4) Empleamos esta palabra, que tratándose de sustituciones no tiene sentido, con objeto de abreviar la explicación; pero entiéndase que al decir valores deben entenderse sustituciones colocadas en lugar de M, etc.



TIPOS DE LOCOMOTORAS AMERICANAS

de tableros múltiples son casi desconocidos, se ve la necesidad de emplear aparatos que permitan modificar la repartición de los pesos sobre los ejes. Se usan mucho los balancines longitudinales uniendo los resortes de las ruedas acopladas y de las ruedas libres en los carretones; los balancines transversales no se emplean.

En las máquinas de dos ejes acoplados se colocan resortes (de láminas de acero superpuestas) por debajo de las cajas; los resortes van unidos por medio de tirantes á un balancín articulado en punto convenientemente elegido, cerca de su centro, á un soporte sujeto con pernos al bastidor.

En las máquinas de tres ejes acoplados, un segundo balancín une el resorte central con el del eje delantero.

Cuando la locomotora tiene cuatro ejes acoplados los resortes de los dos ejes posteriores se colocan debajo de las cajas para evitar el hogar; los dos ejes delanteros llevan los resortes encima de las cajas; se usan dos balancines por cada lado, uno relacionando los ejes primero y segundo y otro los restantes.

Los resortes inferiores van colgados de las cajas de grasa por medio de estribos articulados.

Exagerando la economía no se emplean articulaciones en las uniones de los extremos del resorte con las barras de tracción ó con los balancines; el peso se transmite de uno á otro elemento por medio de clavijas en forma de cuchillo, aplicadas sobre plaquitas de acero duro, sistema primitivo, sencillo y barato, pero que ocasiona un desgaste muy rápido de las superficies en contacto.

Algunas veces los fabricantes se han visto obligados á adoptar disposiciones complicadas de balancines y resortes de varias formas para colocar, bien hogares muy profundos entre los ejes, bien hogares muy anchos pasando por encima del bastidor.

Una disposición muy usada cuando los ejes están muy separados, consiste en colocar sobre las cajas de grasa una viga longitudinal, sobre ésta un gran resorte invertido, y unir el punto medio del resorte al bastidor.

Realmente todas estas combinaciones de balancines y resortes son muy conocidas y empleadas en Europa.

Una disposición menos conocida es la siguiente: entre las dos cajas de grasa se coloca un resorte invertido, articulado en su punto medio al larguero y en sus extremos á dos palancas; cada palanca en su centro lleva un cuchillo que insiste sobre la caja de grasa, y por la otra punta se une al bastidor por el intermedio de un resorte helicoidal y una barra de compresión.

Las cajas de grasa son de los tipos corrientes y se suelen hacer de bronce.

RUEDAS

Todas las ruedas de las máquinas americanas, ya sean libres, ya motoras, se hacen generalmente de fundición. Es una fundición especial, muy buena y que resiste los choques. Las ruedas americanas son mucho más pesadas que las europeas.

En los vagones se moldea en una pieza la rueda completa, pero en las locomotoras se usan siempre llantas de acero sujetas con ganchos y pasadores; el espesor mínimo de las llantas es de 75 milímetros y llega á 100 milímetros.

MECANISMO

Cilindros.

Ya hemos dicho que en las máquinas americanas los cilindros son exteriores y horizontales; encima llevan las cajas de vapor, cuyas correderas se manejan por aparatos de distribución interiores, y notables por su ligereza, que hace resaltar la robustez de las bielas de acoplamiento.

El macizo de los cilindros sirve de riostra á los largueros y viene á reemplazar, en cierto modo, á la traviesa delantera de las locomotoras europeas; lleva el pivote de la clavija maestra y forma el asiento de la caldera. En una sola pieza de fundición se tiene: un cilindro con su caja de vapor, los tubos de admisión y escape, una brida que sirve de apoyo de la caldera y otra brida que se une á la pieza análoga del cilindro simétrico. El larguero del bastidor se empotra en una garganta del cilindro, al cual se une por numerosos pasadores y por dos salientes que evitan la tronchadura de los pasadores.

Para facilitar el ajuste la tabla de la corredera se hace horizontal, todas las caras alisadas del cilindro y de sus accesorios son paralelas ó perpendiculares. Las paredes y tapa de la caja de vapor se funden aparte y se sujetan por medio de pasadores; resulta una junta más, pero se facilitan el ajuste y el montaje.

En resumen, este macizo que arriestra los largueros es más fácil de construir y más barato que en las máquinas europeas de cilindros exteriores, en donde se forma con palastros y cantoneras roblonadas. Una sola pieza fundida en cada lado de la máquina arriestra el bastidor, sostiene la caldera y lleva los conductos de admisión y escape, ahorrando los tubos exteriores.

Los tubos de admisión y de escape están en el interior de la caja de humos y se unen á bridas especiales.

Esta disposición resulta pesada, pero el fabricante americano procura reducir los gastos de ajuste y de montaje, que corren por su cuenta, y no le importa aumentar el peso, que paga directamente el comprador.

Las tapas de las cajas de vapor van forradas con placas muy delgadas de fundición que ocultan las tuercas y facilitan la limpieza y reparación de las locomotoras.

Todos los accesorios de tubos, llaves, etc., se hacen con mucha sencillez y atendiendo solo á la baratura; se emplea poco el bronce y nada el cobre y el latón. Las piezas de forma complicada se hacen de fundición y la mayor parte de los tubos de hierro.

Corredera de distribución.

Las correderas, casi siempre de la misma forma, se hacen de fundición ó de bronce; algunas veces se emplea la corredera Trick con dos orificios.

Estas cajas de distribución están equilibradas, empleándose disposiciones diversas, entre ellas la Richarson, que es muy sencilla. La corredera se mueve entre dos planos horizontales perfectamente alisados; el inferior lleva las lumbreras que conducen al cilindro, el superior tiene otras dos luces en sus extremos que comunican con el tubo de vapor; la corredera se apoya sobre el plano superior por medio de plaquitas de fundición y resortes que forman una junta elástica é impermeable. Toda la cara superior de la corredera, comprendida entre las plaquitas, no está sometida á la acción del vapor, y para mayor se-

guridad la parte central se pone en comunicación con el escape. El vapor actúa sobre una superficie muy pequeña y se disminuye mucho el rozamiento entre la corredera y la tabla inferior.

Deslizaderas del émbolo.

Los vástagos de los émbolos y las deslizaderas presentan una gran variedad de formas; en las más usadas las deslizaderas están colocadas encima del vástago.

El extremo posterior de las deslizaderas se une por medio de pernos á un apoyo colocado encima del larguero y sujeto con cantoneras y pasadores.

Algunas veces se usa la disposición europea de colocar las deslizaderas en el plano de la biela; pero siempre los patines de la culata son más largos que en nuestras máquinas.

Distribución.

Los aparatos de distribución son interiores; las correderas se colocan siempre encima de los cilindros. En el eje motor se acuñan los escéntricos que mueven el sector, el que á su vez se sube ó baja por medio de una palanca movida á mano; el botón va unido al extremo inferior de un balancín, articulado en su centro, y unido por la punta superior á la varilla de la corredera. Es un aparato muy parecido al Hephenson del que difiere únicamente en el empleo del balancín que tiene por objeto salvar la dificultad de que los escéntricos y el sector están en diferente plano vertical que la varilla de la corredera.

Esta última pieza tiene que ser muy larga, para que su elasticidad evite otro inconveniente: un extremo va unido á la corredera y tiene un movimiento rectilíneo alternativo, el otro va unido al balancín y describe un arco de círculo; debe tenerse presente que todas las guarniciones ó cajas de estopas empleadas en los Estados Unidos, permiten un juego lateral á la varilla que las atraviesa.

Escéntricos.

Los collares de los escéntricos se hacen de fundición, llevando algunas veces forros interiores de bronce.

Las barras son de sección reducida y terminadas con poco esmero; se unen al collar por medio de pasadores; el collar se moldea con una oreja apropósito que tiene una ranura en donde entra la barra.

Los ejes de giro en las articulaciones con el sector, son pasadores sencillos.

Sectores.

Ya hemos dicho que el aparato de distribución es el llamado de Stephenson, ligeramente modificado, el sector se hace de hierro cementado ó de acero duro; en el primer caso el orificio que recibe la articulación de la barra del escéntrico va provisto de una anilla de acero templado.

El mecanismo de cambio de marcha: palancas, árboles, etc., es muy rudimentario, y parece trabajo de cerrajero más que de ajustador de máquinas.

Todo el mecanismo de distribución es muy ligero, á consecuencia del empleo de las correderas equilibradas y de las guarniciones metálicas, que, como la *Jérome* y la *United States Packing*, son impermeables y no aprietan las varillas.

El aparato de cambio de marcha se maneja con una

palanca, que el maquinista mueve fácilmente con una mano.

Bielas.

Las bielas son de sección en doble T, y excesivamente macizas y robustas á consecuencia del trabajo tosco que se emplea en la fabricación de las máquinas. Las bielas de acoplamiento son siempre de sección constante, que les da el aspecto pesado que ya hemos indicado, pero que facilita mucho la ejecución: se forja una barra de sección rectangular constante y luego á máquina se quita el hierro necesario para dejar la sección en doble T. La altura de la biela es igual al diámetro exterior de la cabeza. Se usan exclusivamente las cabezas de biela postizas, que se unen al cuerpo por medio de tres pasadores en las bielas motoras y dos en las de acoplamiento. Se usan cojinetes de bronce y clavijas para corregir el desgaste.

Las cabezas se terminan á máquina, con caras paralelas y ángulos rectos.

En las bielas de acoplamiento se usan mucho las cabezas redondas con anillas de bronce ó metal blanco y sin cuñas.

Los engrasadores más usados son copitas de bronce postizas.

LOCOMOTORAS DE CILINDROS COMBINADOS

La locomotora de cilindros desiguales combinados (compound), se empleó por primera vez en los Estados Unidos el año 1886, y procedía de los talleres de la Compañía «Bostón Albany Railwad»; era una máquina de mercancías con cuatro cilindros; el timbre de la caldera era de 11 ks.

En la actualidad el sistema combinado se va extendiendo mucho, como en Europa.

Entre las máquinas de dos cilindros, tipo Mallet, citaremos una construída en 1889 por la fábrica Shenectady, de Nueva York, para el Michigan Central Railwad. El cilindro pequeño tiene un diámetro de 508 mm., y el grande llega á 737 mm. La máquina lleva una válvula de arranque, sistema Perkins.

El camino de hierro Chicago-Milwaukee y San Pablo, usa otra máquina de dos cilindros, de gran velocidad, de mucha potencia, con tres ejes acoplados, carretón, eje Bissel posterior, y construída en los talleres de Rhode Island. El regulador de partida es automático, de modo que en el arranque se admite el vapor de la caldera en los dos cilindros, y el sistema combinado no empieza hasta que el vapor del escape del cilindro pequeño llega á una presión determinada.

La compañía New-York New-Harena nd Haufford Railway tiene otra locomotora de dos cilindros de la misma fábrica Rhode Island; es de dos ejes acoplados, pero tiene una porción de piezas iguales (susceptibles de cambio) á las de la máquina anterior: cilindros, émbolos, correderas, etc.

Entre las locomotoras de cuatro cilindros, citaremos el tipo Vauclain, construída en los talleres de Baldwin, Filadelfia, que difiere bastante de las disposiciones corrientes en Europa.

Los cuatro cilindros son exteriores, el grande está encima del pequeño; una sola pieza de fundición comprende los dos cilindros, las cajas de vapor, los conductos, las

placas de unión y las de apoyo. Los vástagos de los dos émbolos se unen á una barra que en su centro se articula á la biela motora, disposición usada en las primitivas máquinas Woolf.

El sistema Vaucrain tiene otra particularidad: la caja de distribución es cilíndrica y desliza en el interior de un tubo de bronce, que lleva los orificios de admisión para los dos cilindros, en los extremos, y de escape en la parte central. La forma cilíndrica, sometida en toda su superficie exterior á la acción del vapor, da una corredera equilibrada y reduce á un mínimo el esfuerzo necesario para su maniobra.

Es el primer caso de una locomotora con los dos cilindros en una pieza fundida y comunicación directa y fácil de uno á otro cilindro. Pero el resultado se ha conseguido empleando una pieza que tiene una forma sumamente complicada, y que es difícil de moldear y de fundir. Según Mallet, esta disposición de los cilindros, uno encima del otro y actuando sobre una barra que á su vez mueve la biela motora, es inferior á los cilindros en tandem usados en Europa, porque en el arranque son muy diferentes los esfuerzos desarrollados por los dos émbolos.

Este sistema se ha aplicado en el camino de Baltimore y Ohio, en una máquina de dos ejes acoplados con un peso de 47.800 kg.; los cilindros tienen 0,305 y 0,508 metros de diámetro; la corredera cilíndrica se mueve directamente por el sector.

También se ha usado en las grandes máquinas de mercancías de la Compañía New-York-Erie and Western, de cinco ejes acoplados, pero poniendo el cilindro pequeño encima del grande. El hogar es del tipo Wooten, y pasa por encima de los largueros, teniendo de ancho todo lo que permite el patrón de carga. El camarote del maquinista está delante del hogar, encima de la caldera; el fogonero se sitúa en el tónder, porque la máquina no tiene plataforma posterior; esta disposición que separa al maquinista del fogonero, tiene muchos inconvenientes.

Se encuentra también la disposición Vaucrain, y siempre procedente de la casa Baldwin, en las máquinas de dos ejes acoplados y hogar Wooten, de la Compañía Filadelfia y Reading; en las locomotoras de viajeros del Central Brasileño y en máquinas tipo Consolidación, construidas para la Nueva Gales del Sur (Australia), y para la Compañía Paulista del Brasil.

Como tipo notable de máquina de cilindros desiguales, citaremos el sistema Johnstone, construido en los talleres de Rhode Island.

En esta locomotora el cilindro pequeño está dentro del grande, de suerte, que el émbolo grande es anular. La caja de distribución es inferior y del sistema Hick, algo modificado. La mesa tiene cinco lumbreras, las dos extremas comunican con el cilindro interior de alta presión, las intermedias con el grande de expansión y la central con el escape. La tapa común á los dos cilindros lleva en el centro la guarnición del vástago del émbolo pequeño, después unas ménsulas que sostienen las guías de la culata, y por último las guarniciones de los dos vástagos del émbolo grande anular. Las tapas llevan, además, los conductos de vapor del cilindro interno, prolongando los dispuestos en las paredes del grande; éste forma una sola pieza con los tubos de admisión, escape y con las piezas de enlace. El cilindro pequeño está formado por un tubo de fundición empotrado un poco en las tapas; alrededor,

y sin tocarle, se coloca otro tubo, que forma la pared central del cilindro grande. El conjunto resulta demasiado voluminoso.

En el tipo Canfield, los cilindros están en tandems, uno á continuación de otro, el grande delante, y los dos émbolos tienen un solo vástago. La distribución se hace por medio de una corredera cilíndrica, completamente rodeada de vapor; por el interior de la corredera va el vapor del cilindro pequeño al grande. Esta corredera está equilibrada y el rozamiento se reduce al de las guarniciones y al que produce el peso de la caja; además, el vapor se calienta y se disminuyen las condensaciones.

Por último, la casa Baldwin ha construido locomotoras de ocho cilindros para las rampas fuertes de la línea Sinnemahoning Valley (Pensilvania). La máquina está establecida sobre dos carrretones, con tres ejes cada uno, movidos por cuatro grupos de cilindros Vaucrain.

PRECIO DE LAS LOCOMOTORAS

Las locomotoras fabricadas en América son mucho más baratas que las europeas, por varias razones: a), se ha suprimido el cobre del hogar; b), se suprime el cobre ó latón de los tubos; c), las ruedas se hacen de fundición; d), el trabajo de ajuste y montaje es poco esmerado; e), cada fábrica tiene un corto número de modelos.

El precio del kilogramo varía de 0,80 á 1,00 francos.

Los grabados que van en este número, pág. 493, dan clara idea de dos locomotoras americanas bien caracterizadas.

VICENTE RUIZ.

REVISTA EXTRANJERA

Prescripciones de seguridad para las instalaciones eléctricas (1)

Conductores simples aislados.—§ 7. a) Los conductores provistos de una envolvente doble y sólida impregnada en cantidad conveniente de materia aisladora fibrosa podrán ser montados, cuando no sean de temer vapores ácidos, sobre campanas ó poleas aisladoras, anillos aisladores ú otras disposiciones equivalentes, pero sólo en locales cubiertos.

Se colocarán á distancias de 2,5 centímetros de uno á otro.

b) Los conductores que, además de la protección indicada precedentemente, estén dotados de una banda de caucho arrollada, podrán emplearse, cuando no sean de temer vapores ácidos:

Sobre campanas aisladoras, en todos los casos;

Sobre poleas, anillos y tacos, y en molduras;

En los locales cubiertos, en la forma acostumbrada.

c) Los conductores en que se aplica el caucho en forma de envolvente no interrumpida, sin juntas, y perfectamente impermeable, podrán emplearse en los locales húmedos, cuando no sean de temer vapores ácidos.

d) Los cables rodeados de plomo, constituidos por un alma de cobre, una capa aisladora fuerte y una envolvente sencilla ó doble de plomo sin soldadura, no deben nunca hallarse en con-

(1) Véase el número anterior