

# REVISTA DE OBRAS PUBLICAS

PUBLICACIÓN TÉCNICA DEL CUERPO DE INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

DIRECTOR

D. MANUEL MALUQUER Y SALVADOR

COLABORADORES

LOS INGENIEROS DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

SE PUBLICA LOS JUEVES

Dirección y Administración: Plaza de Oriente, 8, primero derecha.

## FERROCARRILES

NOTAS PRESENTADAS AL CONGRESO CIENTÍFICO DE ZARAGOZA

POR

D. MANUEL M. ARRILLAGA

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

Representación gráfica de los movimientos de trenes en una estación.

Muchos son los sistemas empleados para representar gráficamente los movimientos de toda clase de trenes en una estación, señalando el tiempo que las vías están ocupadas por el material de los trenes á su llegada, á su salida, en maniobras y cuando apartados en las vías están como en depósito de material.

El objeto principal de estas representaciones gráficas, una vez fijado por su medio el servicio normal, con la mejor utilización de las vías y el minimum de maniobras, es dar á conocer al Jefe de estación ó Agente que dirige la circulación, la situación en un momento dado de la estación que tiene á su cuidado.

Se comprende la importancia de este conocimiento para la dirección acertada de todos los movimientos en una estación de gran densidad de circulación y con sistemas complicados de enclavamientos y señales.

Los dos elementos que han de formar esta clase de gráficos son las vías de la estación y el tiempo, y así se representan siempre por paralelas entre sí las vías y por perpendiculares á ellas los tiempos, adoptando las escalas convenientes para que la representación sea clara.

La diferencia de esta clase de representaciones está en el modo de indicar el movimiento de los trenes. Para esto me ha parecido lo más sencillo y mejor representar, por paralelas á las vías de andén, las de acceso á la estación y suponer éstas ocupadas por la circulación del tren como aquéllas lo están por su estacionamiento. Quedarán así con gran claridad representados todos los movimientos, consignando en el dibujo el orden y el tiempo en que sucesivamente se verifican. Las rectas normales á las vías señalan los tiempos, y limitan, por consiguiente, los de ocupación, según las horas de los trenes y de las maniobras.

Queda con esto la representación completa; pero no basta que el Jefe conozca así las vías ocupadas en cada momen-

to, sino que es necesario que sepa cómo va á ocupar cada tren las demás vías á su salida ó á su llegada y cómo influirán estos movimientos en los demás que deben tener lugar simultáneamente.

Hay necesidad, pues, de representar completamente en el espacio y en el tiempo todos los movimientos que se verifiquen en las vías y de modo que con sólo una ojeada se vean los que son compatibles y los que no pueden serlo.

Para esto se divide en dos partes la permanencia de todo tren en la estación: primera, la del tiempo en que está en movimiento; y segunda, la del tiempo en que está parado. Mientras el tren está en movimiento, se le supondrá ocupando la vía correspondiente de acceso á la estación, sea á la llegada, sea á la salida, y esto durante cinco ó diez minutos, es decir, desde que se prepara el itinerario hasta que el tren se detiene en el andén ó desde que el tren se pone en movimiento hasta que rebasa el último cambio de salida de la estación.

Del tiempo que el tren permanece parado se distinguen dos períodos, el que corresponde á la carga y descarga y el que corresponde al estacionamiento del material vacío en las vías que sirven entonces de depósito.

Las maniobras interiores de la estación se consideran como itinerarios completos.

Los movimientos de locomotoras aisladas serán también considerados como los de los trenes.

Para mayor claridad y para precisar más lo expuesto, se presenta como ejemplo la aplicación de este método gráfico al movimiento de trenes en la estación de Madrid (Atocha), gran velocidad, de la Compañía de los ferrocarriles de Madrid á Zaragoza y á Alicante.

Tiene esta estación seis vías de andén y cuatro de acceso á ellas, dos de la doble vía en la dirección de Alicante, una para la línea de Zaragoza y otra llamada de Maniobras, á la que concurren las de la cochera, que pone además en comunicación directa la estación de gran velocidad con la de pequeña y por la que las máquinas van y vienen del Depósito.

El enlace entre estas vías está formado por dos diagonales en la forma que se dibuja en la figura de la lámina adjunta.

Para diferenciar las diversas clases de elementos en circulación se adopta la raya negra seguida con una flecha para los movimientos de entrada y salida de trenes; la raya azul seguida para señalar el estacionamiento en las vías por necesidad de servicio; la raya roja interrumpida para el mate-



rial apartado, y la raya amarilla seguida con flecha para las máquinas que circulan solas del depósito á los trenes y viceversa. Las líneas de referencia corresponden con los colores de las de circulación y parada. Cuando hay varios trenes de material en una vía, se superponen los signos.

De este modo los movimientos de cada tren quedan representados por varios trozos de paralelas, cuyos términos y orígenes se corresponden sucesivamente en una misma perpendicular y con un sentido determinado de izquierda á derecha, en el que la sucesión de horas está representada. Por este procedimiento y con los signos adoptados no es posible la confusión, y menos aún si se añade, como se ha hecho en la figura, el número de cada tren sobre cada uno de los segmentos que componen el curso de sus movimientos en la estación, es decir, llegada con número impar, descomposición de su material dispuesto para la salida, y salida con el número par inmediato, en general al de llegada, más la salida de la locomotora para el depósito cuando llega el tren, y la incorporación de la locomotora que viene del depósito á la cabeza del tren, con tiempo suficiente para la salida de éste.

Véase ahora cómo sobre este gráfico es fácil comprobar en un momento dado correspondiente á una situación cualquiera de la estación si un movimiento que es preciso autorizar excepcionalmente por consecuencia de un tren especial, por ejemplo, es posible ó no y cómo.

El Jefe de estación ó el encargado de la circulación deberá lo primero buscar en la columna correspondiente á la hora de que se trate las vías que se encuentran libres de raya azul ó encarnada. Hecho esto, verá si tampoco hay raya alguna negra con flecha en las vías de acceso y en la misma perpendicular ni tampoco á una distancia á izquierda ó derecha, según que el tren entre ó salga, que represente el tiempo de circulación por el itinerario.

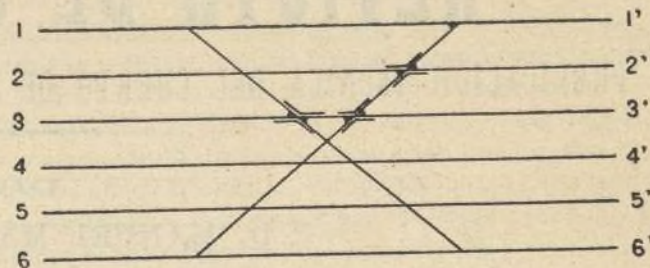
Si hubiera alguna en esas condiciones y correspondiera á la vía de donde hubiera de venir el tren especial ó adonde hubiera de ir, no será posible el movimiento; pero si la línea negra que está entre una de las dos perpendiculares supuestas y la de la hora del tren especial no es la correspondiente á la que el tren ha de recorrer, podrá ó no ser posible el movimiento según los enlaces de las vías de la estación.

Para apreciar esta compatibilidad basta con el esquema de las vías á la vista usar del cuadro puesto á la izquierda del gráfico, en el que las vías de andén se representan por prolongaciones de las del gráfico y las de acceso á la estación por normales á ellas ó sea paralelas á las de los tiempos del gráfico. En esta disposición de cuadrícula, los puntos de intersección de las líneas que representan las vías de andén y las que representan las de acceso corresponden á los diferentes itinerarios posibles. Y así uno cualquiera que el tren ha de seguir se ve que es incompatible desde luego, y en todo caso con los de la misma columna y fila que son los de igual origen ó término.

Hay además que tener en cuenta la incompatibilidad debida á los enlaces especiales en cada estación. Para esto no pueden darse reglas fijas; pero en cada caso es fácil de determinar, conociendo la disposición de las vías, como las conoce siempre el Jefe de servicio de la estación. Sin embargo, presentaremos algunos casos que servirán para dar la norma que debe seguirse en otros análogos.

Supongamos (fig. 1.<sup>a</sup>) primero seis vías de andén con seis de acceso ó en general igual número de vías de andén que de circulación, y unidas con dos transversales completas de

modo que se permitan todos los itinerarios ó movimientos, es decir, de las seis vías de andén á las seis de circulación y viceversa, ó sean los treinta y seis movimientos posibles.

Fig. 1.<sup>a</sup>

Dispuestas (fig. 2.<sup>a</sup>) en cuadrícula las doce vías sin dificultad se ven los movimientos compatibles é incompatibles con uno cualquiera; con el de la vía 3' á la 4, que estará representado por el cuadrado intersección de la columna 3' y la fila 4. En efecto, este itinerario es incompatible con todos los de su misma columna, que son los de igual origen y los de su fila, que son los de igual destino. Además, si sólo existiera la diagonal  $AB$ , en cuyo caso en la cuadrícula los movimientos posibles son los de la diagonal y los del medio cuadro inferior á ella, los compatibles con el 3'4 serían sólo los que quedan hacia arriba y á la derecha, proyectando paralelamente á las líneas de la cuadrícula los puntos de intersección con la diagonal de ella, de la cruz que pasa por el itinerario considerado. Si se considera la otra transversal de unión entre  $A'B'$  las vías, simétrica de la  $AB$ , los compatibles que por este nuevo enlace se añaden son los simétricos de los anteriores respecto á la diagonal de izquierda á derecha y de arriba á abajo de la cuadrícula, señalados con un círculo. En resumen, si se traza la cruz de líneas paralelas á la de la cuadrícula por el cuadrado de un itinerario cualquiera, los incompatibles con él son los que se encuentran en la cuadrícula en los cuadrantes  $NE$  y  $SO$  de la cruz y los que por paralelas á las líneas de la cuadrícula se proyectan en los puntos de intersección de la cruz con la diagonal trazada de izquierda á derecha y de arriba á abajo.

	1'	2'	3'	4'	5'	6'
1		0				
2	+	*				
3						
4						
5					*	0
6					+	*

Fig. 2.<sup>a</sup>

Cuando las vías no presentan esta disposición de simetría de enlace y de número de vías que hace que la cuadrícula sea un cuadrado, como, por ejemplo, el caso de la figura 3.<sup>a</sup>, en que son seis vías de andén con sólo cuatro de acceso, basta suponer las vías ficticias necesarias  $a$  y  $b$  y prolongar los enlaces y se está en el caso anterior; se hace, pues, el mismo cuadrado y todo está reducido á no tener en cuenta aquellos itinerarios ficticios añadidos en las columnas ó filas de las vías supuestas.

Está, pues, bien claro lo sencillo que es representar to-



dos los movimientos de trenes y su posibilidad en una estación de término como la de Madrid (Atocha), gran velocidad.

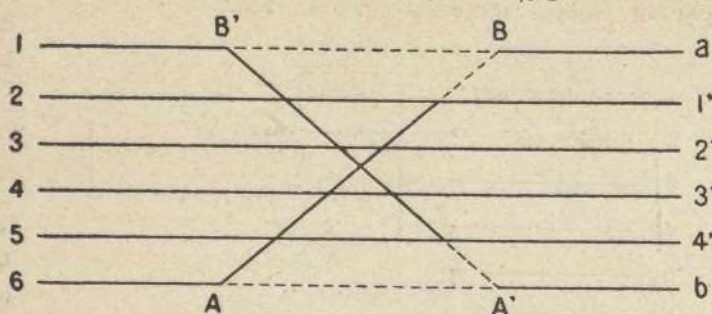


Fig. 3.a

Claro es que no ofrece ninguna dificultad el aplicar el mismo procedimiento á una estación de paso, bien haciendo independiente lo que corresponde á cada dirección, ó bien reuniendo lo de las dos direcciones.

### ASPECTO GENERAL DE LA TEORIA DE ENCLAVAMIENTOS

Es en la explotación de los ferrocarriles uno de los puntos más interesantes el de la seguridad de los trenes (comprendiendo en esta denominación las máquinas que circulan solas) durante su marcha y durante sus paradas. Y nótese que tanto son de temer los alcances y los choques en plena vía, como los accidentes en las estaciones, donde hay cambios que enlazan y comunican unas con otras las diferentes vías. Es pues, necesario, como medida de seguridad que la disposición de las señales y de los aparatos de la vía se correspondan en las posiciones debidas para asegurar la marcha sin obstáculo y la parada sin peligro de los trenes en plena vía y en las estaciones.

Para evitar, por consiguiente, en lo posible, todo accidente, han de coexistir en determinados momentos las posiciones adecuadas de aparatos y señales. Esto es lo que se realiza en general con las *consignas* de las estaciones y lo que guía á los Jefes de circulación y de maniobras para dar sus órdenes á los agentes encargados del manejo de los aparatos de la vía y de las señales; y esto es lo que por procedimientos eléctricos, mecánicos y de otras clases, se realiza en los *enclavamientos*.

Es esta una palabra consagrada ya en el lenguaje técnico de los ferrocarriles y que todo el mundo admite conociendo su significación.

¿Cómo realizan los enclavamientos su objeto? Oponiéndose al movimiento de los aparatos y de las señales de modo que nunca se realicen simultáneamente posiciones de aquéllos y de éstas, que puedan ser peligrosas para la circulación de los trenes.

Este es hoy el papel que se asigna á los enclavamientos.

Pero ¿no se puede exigir algo más completo?

¿No sería preferible que, no sólo evitaran esas posiciones peligrosas, sino que obligaran á realizar sólo las posiciones útiles, evitando lo mismo que las peligrosas, las que fueran inútiles ó superfluas?

Este es el nuevo aspecto de los enclavamientos que quisiera ofrecer á la consideración de esta Sección del Congreso, á cuya benevolencia presento este trabajo, seguro de que pasaréis por alto sus defectos y de que alguno ó algunos de sus miembros lo corregirán y harán de él algo útil y digno de alabanza. El haber dado motivo para eso será bastante recompensa para mí.

Es corriente en todos los trabajos en que de enclavamientos se habla, considerar en primer lugar el caso de dos palancas (para luego generalizar) y suponer que estas dos palancas sólo dos posiciones extremas pueden adoptar; posiciones que en general se llaman *normal* é *invertida*. En lo que sigue se adoptará igual procedimiento, pero no sin hacer notar, que así como en el número de palancas se generaliza de ordinario, también debe generalizarse en el número de posiciones de cada palanca para abarcar el problema en toda su extensión.

Antes de continuar, he de advertir que, á mi modo de ver, no tienen valor alguno las denominaciones de *normal* é *invertida* aplicadas á las dos posiciones extremas de cada palanca, sin más criterio que el tiempo que en cada una de ellas permanece la palanca.

Un ejemplo muy sencillo probará que estas dos palabras nada significan para la relación de posición entre dos ó más palancas. Supóngase un cruce á nivel de dos líneas férreas con igual número de trenes por ese punto, y de separación igual entre dos de ellos é intercalados los de una línea con otra ( . + . + . + ) y se verá la dificultad de distinguir las posiciones de abiertas ó cerradas de las señales que protegerán el cruce como normales é invertidas, suponiendo, claro es, perfecta regularidad en la marcha de los trenes y en el funcionamiento de los aparatos.

No debiendo tenerse en cuenta esta distinción de posiciones, tampoco debe haber diferencia entre los enclavamientos

designados con las dos fórmulas  $\frac{AN}{BN}$  y  $\frac{AN}{BI}$  y sus recíprocos,

á que según todos los tratados se reducen los enclavamientos posibles entre dos palancas con dos posiciones *normal* é *invertida*. Y sin embargo, hay diferencia entre lo que esas dos fórmulas quieren significar, que á primera vista no se ve, y que se puede hacer resaltar estudiando los enclavamientos de otro modo, como hemos indicado, y vamos á tratar de hacer.

Considérense dos palancas *A* y *B* que pueden cada una ocupar dos posiciones extremas, que se designarán por *AN*, *AI* y por *BN*, *BI*.

El número de arreglos que dos á dos pueden formarse con estas cuatro posiciones son:  $m(m-1) \dots (m-n+1)$  ó  $4 \times 3 = 12$ . Desechando los cuatro formados por dos posiciones de una misma palanca quedan ocho, que son: *AN*. *BN*; *BN*. *AN*; *AN*. *BI*; *BI*. *AN*; *AI*. *BN*; *BN*. *AI*; *AI*. *BI*; *BI*. *AI*. Aunque en realidad como posiciones simultáneas, ó sean combinaciones quedan reducidas á cuatro, por ser iguales cada dos consecutivas, conviene á nuestro objeto considerar por ahora las ocho. Y esto porque no sólo se ha de considerar la posición simultánea de las dos palancas, sino la relación de movimiento de ellas á partir de esa posición; más claro, es preciso indicar cuál es en cada posición (si no son libres las dos) la palanca que impide el movimiento de la otra; en una palabra, si hay enclavamiento en esa posición, cuál es la palanca enclavadora y cuál es la palanca enclavada.

Para abreviar, adoptaremos como signo convencional una flecha entre las dos posiciones de las palancas y que irá de la enclavadora á la enclavada, y así se tendrán para cada dos de los grupos escritos más arriba, aparte de la posición de libertad *AN*. *BN* = *BN*. *AN*, las tres

$AN. \begin{matrix} \longrightarrow \\ \longleftarrow \end{matrix} BN.$



Estos son los cuatro grupos que hay que estudiar como relación de dependencia de una palanca con otra, ya que para los demás casos basta variar el nombre ó posición de la palanca.

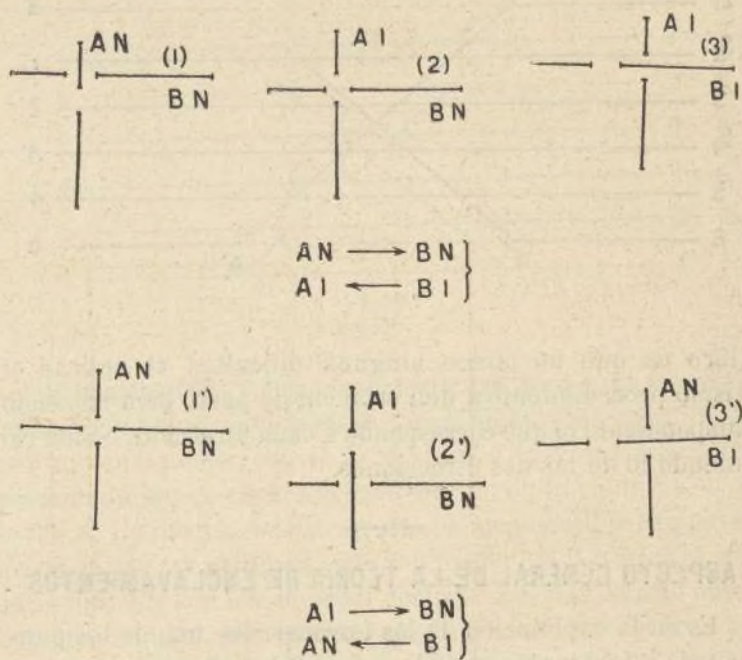
Veamos, pues, á qué clase de enlaces entre las palancas conduce cada uno de los cuatro casos. Desde luego será cuestión de letras y no modificará el enlace el que elijamos una cualquiera de ellas. Así, por ejemplo, escojamos la primera de ellas  $AN$ .  $BN$ . 1.º Si se quiere tener siempre esta combinación, se llegaría á la inmovilidad de las dos palancas que ya no podrían ocupar cada una más que esa posición. 2.º Si se quiere además tener  $AI$ .  $BI$  pero no  $AI$ .  $BN$  ni  $AN$ .  $BI$ , sería preciso realizar  $AN \longleftrightarrow BN$  y  $AI \longleftrightarrow BI$ , pues si sólo se tuviera  $AN$ .  $BN$  (en posición de libertad) se obtendrían no sólo la  $AI$ .  $BI$ , sino la  $AI$ .  $BN$  y  $AN$ .  $BI$ , con sólo pasar de  $AN$ . á  $AI$ . y de  $BN$  á  $BI$  á lo que no se opone obstáculo alguno; de igual modo y por igual razón ni  $AN \longrightarrow BN$  ni  $AN \longleftarrow BN$  bastan para conseguir que no se produzcan  $AI$ .  $BN$  ni  $AN$ .  $BI$ ; de donde queda demostrado la necesidad de  $AN \longleftrightarrow BN$  y  $AI \longleftrightarrow BI$ . 3.º Si además de  $AN$ .  $BN$  y  $AI$ .  $BI$ , se quiere tener  $AI$ .  $BN$  ó  $BI$ .  $AN$ , será preciso tener  $AN \longrightarrow BN$  ó  $AN \longleftarrow BN$  con  $AI \longleftrightarrow BI$  y  $AI \longrightarrow BI$  ó  $AI \longleftarrow BI$ . 4.º Por último, si se desea que sean factibles las cuatro combinaciones, será preciso que no se realice ningún enclavamiento entre ellas.

Se llega así á la consecuencia de que las cuatro combinaciones no pueden tener lugar si se realiza algún enclavamiento entre las posiciones de las palancas; que para tener tres, basta un enclavamiento, y para que se realicen dos, sólo bastan dos enclavamientos ó uno de lo que pudiéramos llamar de segundo orden ó completo  $AN \longleftrightarrow BN$  ó enclavamiento contrario (por semejanza al recíproco), expresión que supone cuatro relaciones de las corrientes de enclavamientos. Todo esto, que parece algo embrollado, se ve fácilmente con sólo observar que de la primera posición se pasa á la segunda y á la tercera con sólo el movimiento de una palanca; pero para pasar á la cuarta se necesita mover las dos palancas ó una sólo después de haber pasado por la segunda ó tercera. Igual razonamiento se puede aplicar á cualquiera de las otras cuatro con sólo variar las letras. Así se ve fácilmente también la razón de admitir como axiomático, que si se verifica un enclavamiento, ha de realizarse el que se llama comúnmente recíproco. Se dice de ordinario en los tratados de enclavamientos que si  $\frac{AN}{BI}$ ,  $\frac{BN}{AI}$ , veamos por qué: el decir  $\frac{AN}{BI}$  significa que la posición peligrosa que se trata de evitar es  $AN$ .  $BN$  y es evidente que si se realizase una de aquellas dos relaciones sin enclavamiento, por ejemplo, la  $BN$ .  $AI$  sin ser  $BN \longrightarrow AI$ , con sólo mover la  $AI$  se obtendría la simultaneidad de la  $AN$ .  $BN$ , peligrosa según el supuesto.

Adoptemos pues, este modo convencional de señalar los enclavamientos más sencillo que el corriente y afirmemos ya que no hay diferencia entre el enclavamiento  $\frac{AN}{BN}$  y  $\frac{AN}{BI}$ , pues que sólo con cambiar el nombre de la palanca se tiene una ú otra fórmula, y que en cambio hay que distinguir entre  $AN \longrightarrow BN$  y  $AN \longleftarrow BN$ ; bien entendido que en un caso y otro se han de verificar los que se llaman recíprocos, por lo que queda explicado.

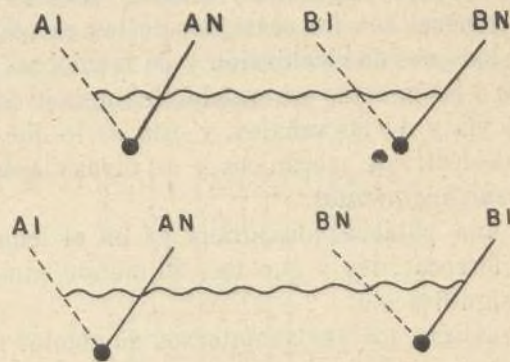
Para hacer resaltar aún más la igualdad de aquellos dos

enclavamientos clásicos, los representaremos tal como se realizan en el sistema Vignier, inventor del mecanismo de los enclavamientos.



Basta observar las seis figuras precedentes para ver que las posiciones posibles son en ambos casos idénticas y con sólo en vez de poner  $AI$  por  $AN$  ó viceversa, se reproducen las tres últimas de las tres primeras ó al revés. Se evita también sólo una sola posición en ambos casos la  $AN$ .  $BI$  en la primera, y la  $AI$ .  $BI$ , por consiguiente, en la segunda; pero teniendo además en ambos casos una superflua de paso  $AI$ .  $BN$  y  $AN$ .  $BN$ .

Más claro, si cabe, se ve esto en el caso de suponer que el movimiento de las palancas sea de rotación en lugar de traslación y el modo de realizar el enclavamiento una unión flexible (como una cadena) entre las dos



Si en lugar de una cadena se colocase una barra ya se tendría el enclavamiento citado de  $AN \longleftrightarrow BN$  con sus recíprocos.

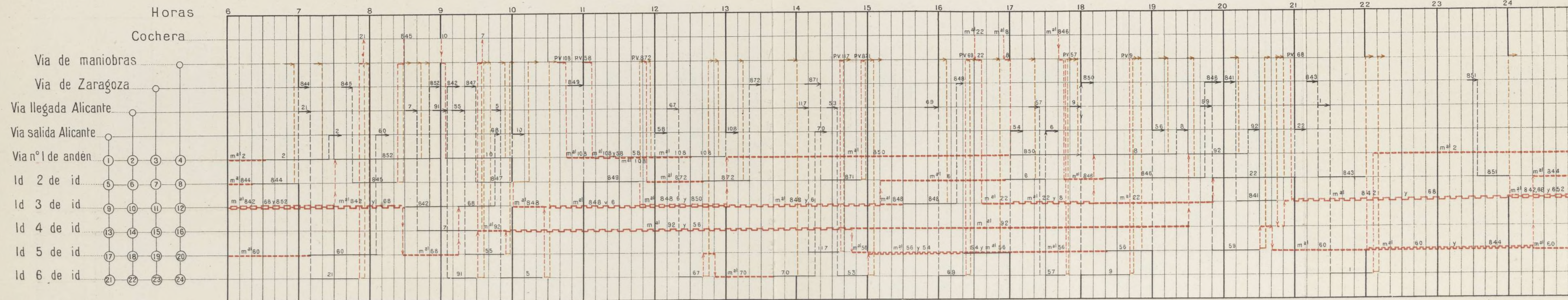
A poco que se examine este modo de realizar los enclavamientos, se notará la semejanza con las cadenas geométricas de elementos indeformables unidos por pares, consideradas en el estudio de los mecanismos como fundamento de éstos.

Basta, en efecto, recordar que si se tienen dos sistemas en el espacio y entre sus movimientos existe alguna relación mediante la cual, dada la posición de uno de ellos queda la del otro más ó menos definida, se dice que constituyen un par geométrico (Garcini, *Mecanismos*, pág. 57) y varios sistemas enlazados por pares constituyen una cadena geométrica. La representación por polígonos en que representan los lados las palancas, y los vértices los pares ó enlaces, servirá para representar y comprobar si en un sistema de en

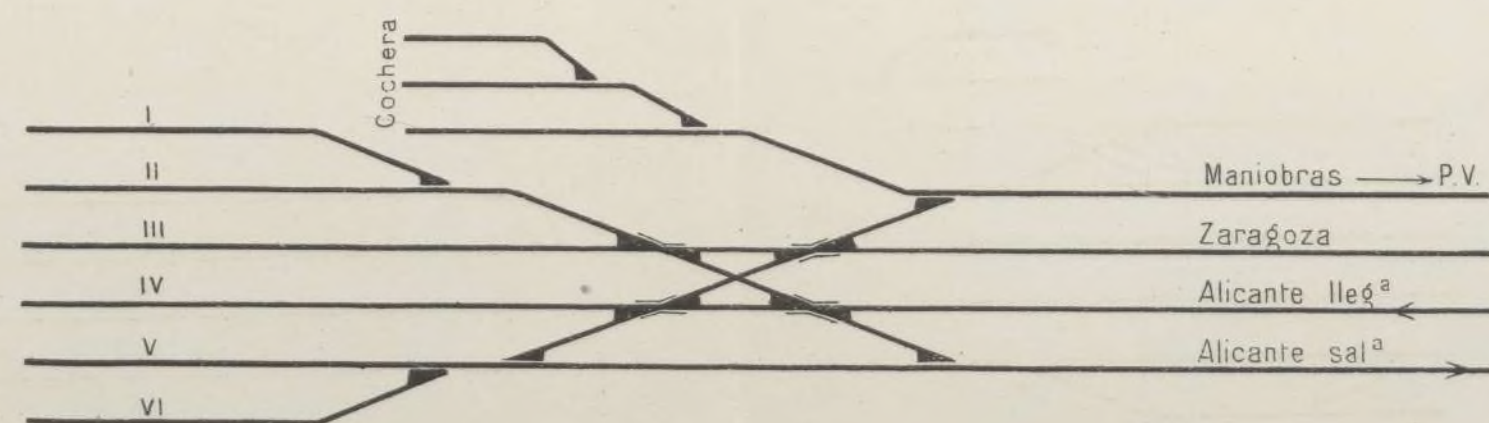


# Compañía de los Ferrocarriles de Madrid à Zaragoza y à Alicante

## Movimiento de trenes en la estación de MADRID ATOCHA G.V.

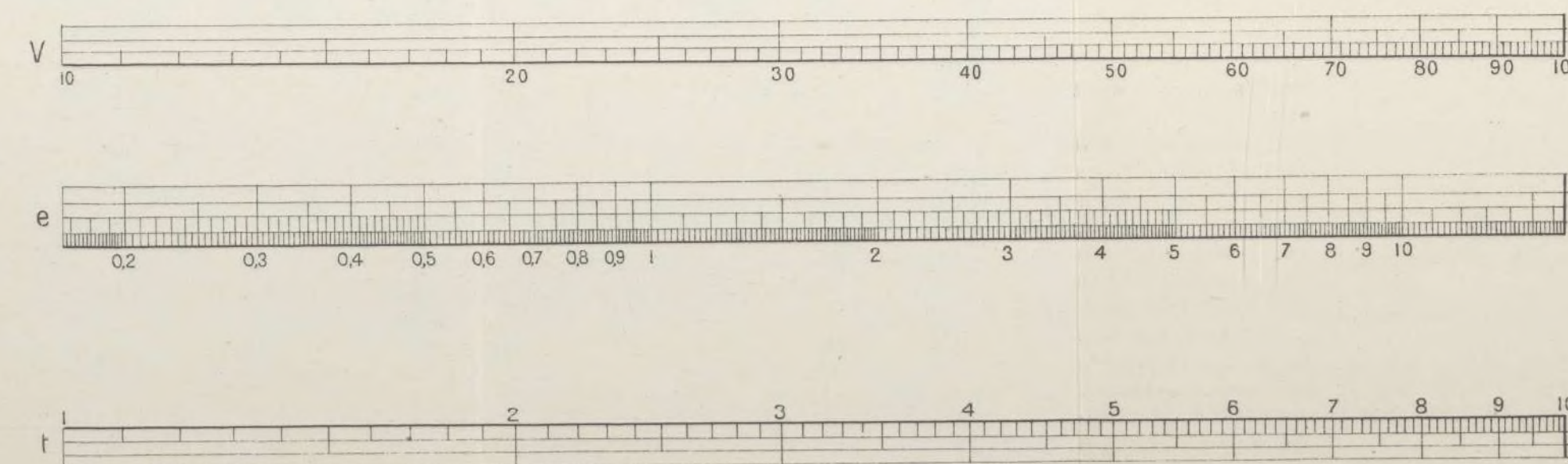


Disposición de las vías



Empleo del nomograma de la multiplicación - Cálculo de las marchas de trenes.

Fórmula:  $Vt - 60xe = 0$

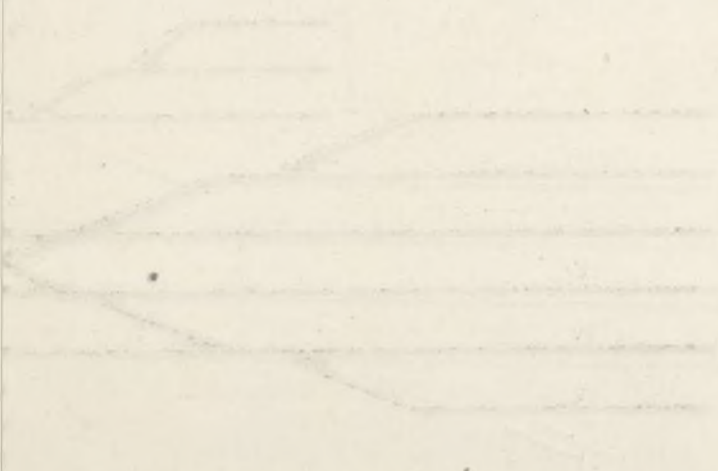
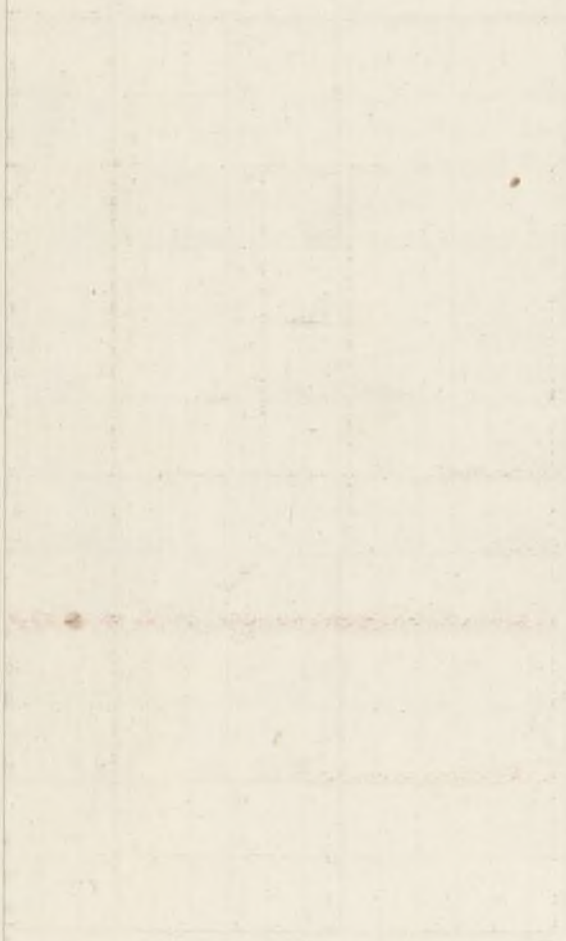


V-velocidad en Km. x hora.

t-tiempo en minutos.

e-distancia recorrida en Kilómetros.

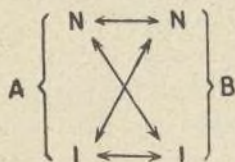




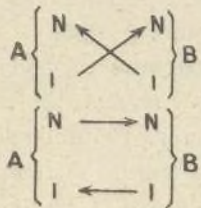


clavamientos hay incompatibilidades ó superabundancias; y dará en el caso de sólo dos posiciones de las palancas un medio fácil de escribir la fórmula del enclavamiento; pues bastará señalar la posición de las demás respecto á una de ellas, indicando la clase de obstáculo que se opone al movimiento de cada una, denominando obstáculo unilateral el enclavamiento sencillo y bilateral el completo. Y véase cómo la analogía continúa con las cadenas múltiples y cadenas de cadenas, si se consideran lo que se llama composición de enclavamientos con todas las propiedades y simplificaciones de aquellas cadenas.

Resumiendo lo dicho anteriormente, se indica gráficamente en el cuadro siguiente qué clase de enclavamientos



son posibles y cuáles son los recíprocos, que por la esencia de los enclavamientos se han de realizar. En efecto, cuando de dos posiciones de una palanca vienen sobre una de la otra dos flechas de igual sentido, no pueden tener lugar esos dos enclavamientos, pues originaría la inmovilidad en esa posición de la segunda palanca; además, las posiciones posibles sucesivamente, con la de cada enclavamiento, son las que unen las puntas de las flechas, salvo en el caso en que el enclavamiento sea completo, en el cual sólo son posibles la de enclavamiento y sus recíprocos (simétricos siempre en la figura).



Para terminar el estudio del enclavamiento de dos palancas, con sólo dos posiciones, presentaremos cuatro ejemplos, corrientes en la práctica de la explotación de los ferrocarriles y que corresponden á los cuatro casos considerados anteriormente como únicos, á que se reducen las combinaciones de las dos palancas en sus dos posiciones:

1.º Caso de tener sólo dos posiciones simultáneas constantemente: el de una señal de parada absoluta y la avanzada correspondiente, para prevenir una parada en plena vía á consecuencia de una reparación en ésta, que exige la detención de los trenes.

Las dos señales están fijas y en posición de alto.

2.º Caso de tener dos grupos de posiciones simultáneas: el de una señal de parada absoluta y su avanzada correspondiente, en un paso á nivel, por ejemplo que han de ponerse de vía libre al paso de los trenes, salvo un obstáculo.

El enclavamiento debe ser completo  $A \left\{ \begin{array}{c} N \longleftrightarrow N \\ I \longleftrightarrow I \end{array} \right\} B$ ; sino

lo es así, puede dar lugar el enclavamiento sencillo, sino á posición peligrosa (avanzada de vía libre, la de parada absoluta de alto), á posición superflua é inútil (avanzada de alto, la de parada de vía libre).

3.º Caso de desear tres grupos de posiciones simultáneas y evitar sólo uno: el de los dos discos de entrada á una esta-

ción de vía única. El enclavamiento es:  $A \left\{ \begin{array}{c} N \longleftrightarrow N \\ I \longleftrightarrow I \end{array} \right\} B$

la posición posible  $AN \cdot BN$  y la peligrosa y que no tiene lugar,  $AI \cdot BI$  los dos discos abiertos para que no entren dos trenes á la vez, ó, por lo menos que no se abran los dos discos á la vez.

4.º Caso de desear tener los cuatro grupos de posiciones simultáneas: el de los dos discos de entrada de una estación de doble vía. No es preciso insistir en él, pues fácilmente se comprende la necesidad y conveniencia de la libertad de esas dos señales en este caso.

Estudiado el caso de dos palancas con dos posiciones, pasemos á estudiar el de dos palancas con más de dos posiciones, y empecemos, para más sencillez, por el de dos palancas con tres posiciones. Partiendo del principio fundamental de que á cada posición de la primera palanca sólo ha de corresponder otra de la segunda, podemos numerar estas posiciones correlativas con los números 1, 2, 3, como subíndices de las iniciales A y B de las dos palancas.

Serán, pues, las siguientes las combinaciones á realizar.

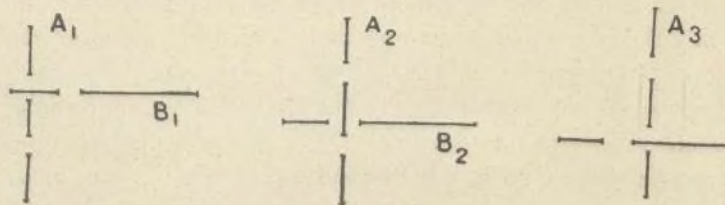
$A_1B_1; A_1B_2; A_1B_3$ . El total de combinaciones son las de 6 objetos tomados dos á dos: ó sea  $m \frac{(m-1) \dots (m-n+1)}{n}$

$= 15$ , menos las 6 que corresponden á 2 de una misma palanca, quedan 9; de estas 9, son sólo las 3 deseadas ó útiles, y de las otras 6 puede ocurrir que haya alguna peligrosa, una siquiera, y si no, las 6 serán por lo menos inútiles ó superfluas.

Supongamos primero una posición por lo menos peligrosa, la  $A_2B_1$ , pues claro es que lo mismo da una que otra.

Para que no se produzca dicha combinación hay que evitar las que tienen común una de las posiciones y aquéllas en que además la otra palanca está libre para aquella posición de la primera. Ahora bien; alguna de éstas, pueden ser las que quieran tenerse, y entonces ha de enclavarse en esta posición. Así, pues, si se ha de evitar  $A_2B_1$ ; se debe evitar las  $A_2B_2, A_2B_3$  y las  $A_1B_1, A_3B_1$ ; pero como de éstas son necesarias la primera y la tercera, se han de tener esas dos, pero con la condición de que se cumplan estas dos relaciones  $A_1 \leftarrow B_1$  y  $A_3 \rightarrow B_1$ .

Si gráficamente, para mayor claridad, se representa cada una de las dos palancas por una línea recta que se desplace en su misma dirección, y que tres puntos de su carrera corresponden á las tres posiciones 1, 2, 3 consideradas, se

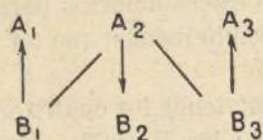


verá que no basta realizar el enclavamiento  $A_1 \leftarrow B_1$  y su recíproco  $A_2 \rightarrow B_1$ , como si fueran sólo dos las posiciones de cada palanca, sino que hay que añadir otro más; veamos cuál. Las tres figuras indican claramente la disposición que se ha de adoptar para tener las tres posiciones  $A_1B_1, A_2B_2, A_3B_3$  y evitar la  $A_2B_1$ ; también se ve que se evita la  $A_1B_3$  y que se ha de tener el nuevo enclavamiento  $A_3 \leftarrow B_1$ . En



cambio como superfluas se tienen  $A_1B_1$ ,  $A_1A_2$  y  $A_2B_1$ ,  $A_2B_2$ .

Si fueran otras las combinaciones que se quisieran realizar, bastaría sustituir los números 1, 2, 3 por los que fueran en ambas palancas y sólo habría de procurarse que en el movimiento de las palancas se sucediesen las posiciones en el orden dicho, de modo que alternativamente sean una y otra palanca obstáculo á la contraria. Si se quieren evitar

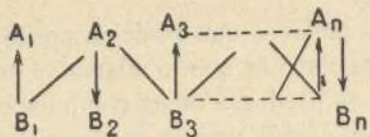


más posiciones simultáneas de las dichas, no es posible conseguirlo, pues habiendo de quedar libre en toda posición una de las dos palancas para pasar á la siguiente, siempre se tendrían las tres posiciones de una palanca con una de la otra, alternativamente, de modo que se tendrán:

$$I \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \quad II \begin{pmatrix} I \\ II \\ III \end{pmatrix} \quad III \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \text{ quedando sin realizarse los conjuntos}$$

$I \begin{pmatrix} I + \\ II \\ III + \end{pmatrix} \quad II \begin{pmatrix} 1 \\ 2 + \\ 3 \end{pmatrix} \quad III \begin{pmatrix} I + \\ II \\ III + \end{pmatrix}$  en los cuales ya hay realizadas las señaladas con cruz. Es decir, que alternativamente van siendo obstáculos una y otra de las palancas á las posiciones de las demás, que van también variando, de modo que las posiciones, que dejan de ser simultáneas, son la anterior enclavadora con la siguiente enclavadora.

Fácilmente se generaliza lo anterior para llegar al caso de dos palancas con  $n$  posiciones. Bien sencillo es darse cuenta de los enclavamientos y de las posiciones evitadas



con la figura inmediata. En cuanto al número de las posiciones inútiles que resultan, también es fácil ver las que son, y, por consiguiente, su gran número en este caso, en cuanto  $n$  es mayor que 3. Por de contado que las que se evitan son las peligrosas y las que se quieren tener las de igual número. En efecto, el total de combinaciones es el de

$$2n \text{ objetos tomados dos á dos } \frac{2n(2n-1)}{2} = n(2n-1),$$

quitando las  $2(n-1)$  correspondientes á la de una misma palanca, quedan  $2n^2 - 3n + 2$  menos las  $2n - 1$  de las deseadas y peligrosas  $2n^2 - 5n + 1$  para el número de las inútiles.

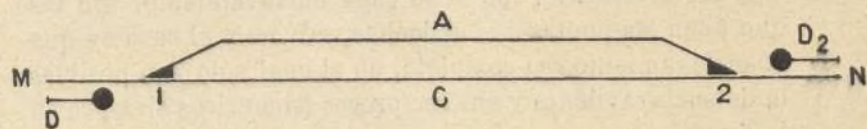
Para generalizar, según se había dicho, llegamos al caso de  $m$  palancas con  $n$  posiciones cada una. Para estudiar este caso se pueden suponer aislados grupos de dos palancas y aplicarles el método anterior y añadir luego á cada posición de cada grupo los de los demás. Lo complicado del problema salta á la vista y no hay necesidad de insistir en lo dificultoso de aplicar el procedimiento de realizar los enclavamientos por obstáculos en el caso de varias palancas con varias posiciones cada una.

Y no sólo la complicación, sino el cuidado y la atención que requiere el no dejar por algún resquicio el modo de falsear los enclavamientos, ya que no se pueden evitar las deficiencias de producir posiciones inútiles, dejando de terminar los diferentes movimientos necesarios para llegar á la

combinación conveniente, para el caso que se debe realizar.

Considérese, por el contrario, lo sencillo y fácil que sería realizar los grupos de posiciones que se desearan, y sólo esas, es decir, prescindir no sólo de las peligrosas, sino también de las inútiles, y hacer una cosa parecida á lo que se hace en la concentración de maniobras de las palancas para formar los itinerarios. Es decir, reunir  $n$  á  $n$  las posiciones de las  $m$  palancas que realizan las combinaciones deseadas y hacer de modo que sólo se pueda maniobrar un grupo determinado, pues claro es que de esos grupos asimilados á itinerarios no pueden tener lugar simultáneamente dos de ellos en general. La realización más fácil de este modo de operar, sería traer á un conmutador de forma circular, reunidos en los grupos deseados, los hilos de maniobra de cada aparato y una manivela que cerrase los circuitos al fijarse enfrente de cada uno de los grupos, algo como el transmisor de un aparato telegráfico de letras ó de signos convencionales.

Como ejemplo vamos á presentar el caso de una estación, sólo con una vía apartadero, para ver los aparatos que serían precisos y el modo de realizar el enclavamiento del modo dicho anteriormente. Los discos tendrán dos posiciones, alto y vía libre, y un motor para cada posición; lo mismo cada uno de los cambios 1 y 2, para la vía general y para la de apartadero.



Los casos que pueden presentarse en la circulación son de  $M$  á  $N$  por la vía general ó por la apartadero; de  $N$  á  $M$  por la vía general ó apartadero; cruce de trenes, trenes de  $M$  á  $N$  á la apartadero y trenes de  $N$  á  $M$  á la general y cruce inverso al anterior. El primer movimiento requiere  $D_1I$ ,  $1N$ ,  $2N$ ,  $D_2N$ ; el segundo  $D_1I$ ,  $1I$ ,  $2I$ ,  $D_2N$ ; el tercero  $D_1N$ ,  $1N$ ,  $2N$ ,  $D_2I$ ; el cuarto  $D_1N$ ,  $1I$ ,  $2I$ ,  $D_2I$ . Para el caso de cruces se distinguen dos movimientos, el de entrada y el de salida; para el de entrada  $D_1I$ ,  $1N$ ,  $2I$ ,  $D_2N$  y  $D_1N$ ,  $1N$ ,  $2I$ ,  $D_2I$ ; para el de salida  $D_1N$ ,  $1I$ ,  $2N$ ,  $D_2N$ ; y el otro caso de cruce  $D_1I$ ,  $1I$ ,  $2N$ ,  $D_2N$  y  $D_1N$ ,  $1I$ ,  $2N$ ,  $D_2I$  y  $D_1N$ ,  $1N$ ,  $2I$ ,  $D_2N$ . La posición normal puede ser cualquiera de las de salida de cruces.

No es más complicado que lo ordinario, pues todo está reducido á reunir en *condensadores* de cualquier clase todas las maniobras y no hacerse la maniobra de la señal si no están preparados los cambios. El modo más práctico, á mi juicio, es el usado en el autocombinador «M. D. M.» descrito por mí en los números 1.686 y 1.688 de la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS de 16 y 30 de Enero de 1908. Excuso decir que cualquier otro sistema de transmisión es utilizable.

Á la ligera queda, pues, expuesta la teoría general de enclavamientos tal como hoy se entiende y se materializa, con sus notaciones y criterios; se han hecho resaltar algunos de los inconvenientes que aquéllas y éstos traen en la práctica por poco determinados, y el procedimiento que á mi juicio evitaría esos inconvenientes; consiste este, primero en usar otra notación más sencilla, reuniendo en grupos las posiciones que se desean obtener, cosa que previamente siempre ha de hacerse al redactar lo que hoy se llaman programas de enclavamientos; es decir, suprimir la anotación de enclavamiento-obstáculo, y aun caso de ponerla, usar una



flecha que indique el sentido y género del enclavamiento y, por último, realizar este programa á modo de itinerario por procedimientos eléctricos, hidráulicos, etc.

Mucho más pudiera extenderme con el detalle práctico mecánico de los aparatos que realizasen lo explicado y presentar ejemplos de casos corrientes en la práctica de la vida ferroviaria, pero sería insistir en algo inútil, pues todos habréis seguramente resuelto *in mente* todos los que yo pudiera presentar; y sólo deseo que estas lucubraciones, á que me han llevado mis gustos y mis quehaceres, sean útiles á lo que más interesa hoy día en las explotaciones ferroviarias: á la seguridad de la circulación.

## NOMOGRAMA DE LA MULTIPLICACION

### CALCULO DE LAS MARCHAS DE TRENES

Aplicación del nomograma de la multiplicación al cálculo de las marchas de trenes. — Antes de poner en servicio un tren se prepara lo que se llama su itinerario ó su marcha, endonde se detallan las horas de paso por las estaciones y las paradas en éstas. Para ello se empieza por fijar la velocidad en cada trayecto, y conocida la distancia que separa á una estación de la siguiente, es bien fácil calcular los tiempos empleados para ir de una estación á otra, usando de la conocida fórmula  $e = vt$ .

El nomograma de puntos alineados de la multiplicación servirá, pues, para verificar esas operaciones con gran rapidez y seguridad.

Sin embargo, como de ordinario las velocidades se expresan en kilómetros por hora, las distancias están generalmente expresadas en kilómetros y los tiempos se desean en minutos, es preciso dividir los resultados de la operación  $vt$  por 60. Esto se consigue en el nomograma sencillamente con poner en línea recta los orígenes de las escalas  $v$  y  $t$  y la división de la escala  $e$ , que corresponde á  $\log. \frac{1}{60}$ .

Más sencillo es aún poner en línea recta las divisiones de  $\log. 60$  y  $\log. 6$  y  $\log. 6$  de las tres escalas  $v$ ,  $t$ ,  $e$ .

Colocadas así las escalas, basta para resolver cualquier caso de operaciones con dicha fórmula, colocar una regla en los puntos de división de las escalas que corresponden á los dos datos y ver en la tercera escala el valor de la incógnita.

## FUNDACION EN LOS AFIRMADOS

Sabido es que el primer Congreso de carreteras celebrado en París el año último fué motivado por el desarrollo grande del automovilismo. Los automóviles reclaman una vía más perfecta que la que se ven obligados á recorrer destinada á la tracción animal, y á su vez este tráfico encuentra en el automóvil un enemigo más que le estropea rápidamente la carretera. Y de esta doble cuestión planteada nacieron ideas nuevas de separación de tráfico, de vías especiales, de estudiar, en fin, la carretera del porvenir, y ahondando el estudio, buscando precedentes, examinando las existencias actuales, sale á la superficie lo superficial que es el sistema de nuestras carreteras.

Dejando aparte las vías cercanas á las grandes poblaciones y las calles y avenidas de éstas, en donde el desarrollo del automovilismo tiene importancia de entidad, es lo cierto que en general para las carreteras en pleno campo, ni son tantos los automóviles que circulan, ni tan grandes los daños que causan.

Véase lo que ocurre en Francia, donde el desarrollo es máximo, con el automovilismo y las carreteras. Sólo en 2.000 kilómetros pertenecientes á carreteras nacionales y alguna de turismo se han comprobado degradaciones importantes, imputables al automovilismo; y de la estadística y detallado estudio hecho, M. Renandier deduce que no pueden atribuirse desgastes debidos á los automóviles en las carreteras hasta que su circulación pasa de 40 diarios, y que sólo cuando llega á 100 es cuando los deterioros tienen verdadera importancia.

Creo que todos los compañeros opinen como yo, que en España también el automovilismo nos debe hacer pensar con tiempo en el porvenir, pero con mayor intensidad deben buscarse los medios de mejorar las carreteras actuales, de evitar que sean lo que en general son, escombreras de piedra machacada, que nunca se ven llenas, nunca firmes y sólo tersas y unidas cuando un reciente cilindrado les da temporalmente esas condiciones; y todos estamos de acuerdo en reconocer que si el sistema actual fuese bueno para el tráfico de carros fuertemente cargados como el que tienen que sufrir las carreteras en pleno campo, no sería tan malo para los automóviles, y se alejaría mucho más la época en que el daño causado por este tráfico se notase en nuestras carreteras.

Se ha necesitado que el automovilismo exija una vía para él, para que reconozcamos la necesidad de sacudir la inercia y la rutina y el hecho de que las carreteras de ahora no cumplen con las exigencias del tráfico actual.

Podrá parecer poco nueva la consecuencia, pero conste que así son los hechos.

Aprovechémosnos de este descubrimiento para ponerle remedio, haciendo buenos afirmados para tránsito de carros pesados, que buenos serán para los automóviles en mucho tiempo.

En Francia, los firmes de piedra partida, decía M. Renandier ante el Congreso de París, podrán ser considerablemente mejorados, hechos más resistentes, más unidos, con el empleo de mejores materiales; «se han perfeccionado los métodos de reparación de carreteras en estos cincuenta últimos años, pero no se ha cambiado la naturaleza de los materiales, faltos de créditos suficientes».

¡Cuánto nos queda que hacer en este sentido en España! Pero no hay que limitarse á conocerlo y á resignarse con el ejemplo del vecino que, aun siendo más rico, lamenta los mismos males. Lo que habrá que estudiar es el medio de emplear de mejor modo el dinero que se gasta en los afirmados.

..

«Es un principio elemental de construcción considerar la fundación de una obra como una de sus partes esenciales.»

Eso que dicen en un folleto escrito con motivo del primer Congreso de carreteras MM. Dufourny et Vauderin, ya lo sabíamos todos, y, sin embargo, los citados Ingenieros, al añadir: «en la ejecución de afirmados se está casi siempre en oposición con dicho principio....», pienso yo que han dicho



del mejor modo posible lo más importante de cuanto en el Congreso se dijo. Porque á pesar de ser cosa tan sabida, siempre se olvida, y es por lo que se llega á estados deplorables en los afirmados. Y el llamar la atención sobre esto, el empeñar por el principio, es señalar el derrotero seguro para adelantar en lo esencial del problema.

Véase qué caso hacemos de tal principio al ejecutar firmes de piedra partida con 15 centímetros de espesor medio, *cualquiera que sea la caja*.

Conocido es el proceso de los firmes de piedra partida con posterioridad á las calzadas romanas.

En un principio, se reducía toda la conservación de los caminos á verter en ellos piedras y escombros de toda clase de materiales, sin servicio organizado ni sujeción á método alguno.

Tresaguet organiza el servicio, dicta reglas para la ejecución y conservación de los afirmados, que como es sabido se componía de dos partes esenciales, la fundación y la capa de piedra partida, y este sistema fué adoptado en general, hasta que las teorías de Mac Adan, aplicadas por él con la *práctica de una conservación esmerada y continua*, vinieron á hacer abandonar el sistema de la fundación, y aplicado el macadán en todos los casos y circunstancias, ha dado lugar, por lo poco práctico del principio en que se funda, á las carreteras de *superficie* que tanto dinero consumen, tan mal se conservan y tan débiles resultan en todos los países.

No hay que pensar en el automovilismo, ya lo hemos dicho, para buscar en su desarrollo los males que se lamentan; basta que cada uno recordemos el estado de las carreteras que tenemos á nuestro cargo, ante un tránsito importante de carros, para que podamos decir: hay que evitar que el dinero que en piedra machacada y su extensión en el firme se invierte resulte malgastado por falta de créditos disponibles para aplicar el principio en que se funda la conservación por tal sistema, que como se sabe no es otro que el de *restituir á tiempo el equivalente del desgaste* producido en el afirmado.

Pero aun suponiendo un afirmado con la superficie perfectamente unida y tersa, en general estas chapas de 20 centímetros en el centro resisten poco tiempo las cargas de carros pesados, á menos de tener una caja abierta en roca, y este es el segundo aspecto de la cuestión. Así, todos estamos convencidos de que los firmes de macadán no pueden en la práctica conservarse con la asiduidad que el método reclama y que aun con buena conservación no resisten sin tener la debida fundación.

La economía de ejecución y cuantos razonamientos se hacían en favor de los firmes de macadán hicieron olvidar el *principio elemental* de la necesidad de una buena fundación, á pesar de que no faltan ejemplos de que la sustitución del macadán por firmes Telford, que como es sabido llevan una caja de fundación, ha producido una mejora sensible en la carretera, traducida por el aumento de tráfico y de velocidad en los vehículos.

Á volver á estos sistemas nos inducen las consecuencias prácticas puestas de manifiesto en el Congreso citado, por lo que á otros países se refiere y los que de continuo vemos en España. No es sólo aquí donde no es posible llevar á la práctica la conservación continua y necesaria que el macadán reclama, no es sólo en España donde las carreteras mejoradas han hecho aumentar el número de carros circulando y peso transportado, haciendo insuficientes los afirmados de superficie.

Y por último, en todas partes se ha comprobado la ventaja grande de la fundación para el firme.

Ocupémonos en España de esto, como ya lo vienen haciendo hace tiempo ó acometieron esa labor más recientemente en diferentes países, en vista de las mismas causas que en España lo aconsejan.

\*  
\*\*

Hasta el presente, dice M. Hausen en su comunicación al primer Congreso, «se había dado poca importancia á la fundación. Hoy se ocupan, por el contrario, mucho de este punto, y se procede á experiencias de diferentes sistemas».

En el Ducado de Cobourg, dice M. Philibert, los afirmados son de piedra partida, y no poseyendo el cuerpo de la carretera la consistencia y dureza necesarias para resistir la presión de las ruedas, se da á la vía una *fundación especial*; generalmente es un empedrado.

La Sociedad belga de Ingenieros é industriales dice: «Aparte de la construcción de la *fundación*, hay que ocuparse de la forma y naturaleza de los materiales.»

M. Harry, Delegado del Conseil de Chesire, dice: «Las carreteras en general no tienen más fundación que el subsuelo, consolidado por el tránsito durante largo tiempo y materiales acumulados, salvo el caso de *carreteras nuevas*, en las que se establece una *fundación* constituida por empedrado puesto á mano.

M. Carpenter, Delegado del Condado de York, hace notar la importancia grande de la fundación, siendo la mayor parte de las ejecutadas allí «carreteras de superficie construidas por la aplicación constante del macadán». Para resistir á las circulaciones nuevas de automóviles, dice: «Es evidente que todos los afirmados, teniendo una mala fundación, deben ser levantados, drenados y bien fundados, puesto que hasta que un afirmado no tenga una *fundación sólida y seca*, no se puede obtener un firme satisfactorio.» Propone la ejecución de un empedrado de fundación.

M. Hauser expone claramente la situación actual de los afirmados; «si no responde la calzada actual, es que habiendo sido creada para otro fin, con la utilización actual cae por su base, por su *fundación*», y añade luego: «Lo que es cierto, lo que es innegable, es que una calzada que no tenga fundación no puede resistir sea cualquiera su cubierta.»

Describe M. Blunchar las carreteras de la Alsacia-Lorena, y reconociendo que en general está en buen estado su firme, dice que todas las del Estado y las regionales tienen en todo su ancho una *fundación*, que faltando en los vecinales cuando el tráfico es de indentidad se nota en ellas una degradación rápida; y en la primera de las conclusiones de su estudio dice: «El afirmado debe tener una fundación de piedra en bruto de unos 0,20 metros por lo menos, que al mismo tiempo servirá de drenaje para la carretera.»

Concepto suficientemente demostrado, sin necesidad de nuevas citas que aún podría añadir, la importancia primordial que todos cuantos se han ocupado en el primer Congreso de carreteras de los firmes de macadán dan á la fundación, y que á su falta en la mayor parte de los casos achan el mal estado de los afirmados.

Conocido nos es á todos el mejor estado de conservación que se obtiene en tramos de una misma carretera cuando la caja está abierta en roca, y, por el contrario, la imposibilidad de obtener un buen afirmado allí donde la caja es un terraplén ó terreno natural poco consistente.

Todos, como yo, habrán experimentado que el único



modo de dar consistencia al firme en algunos tramos rebeldes es levantar toda la piedra, echar una capa de piedra en bruto bien colocada á mano, y extender luego el nuevo firme con piedra de buena calidad.

Yo creo que no habrá Ingeniero que no esté convencido de la necesidad de una buena fundación para el macadán, siempre y especialmente cuando, como ocurre en España, no se puede disponer de créditos necesarios para aplicar los principios sencillísimos en teoría de Mac Adan, Dumas y Dupuy, que dan por supuesto se mantiene una superficie tersa y unida á la que se repone el desgaste antes de que se formen baches y en la que no hay lodo, porque no se da lugar á la existencia de polvo. Y no habrá muchos que crean posible espesores de 0,10 metros como suficientes para un firme macadán.

Pero á pesar de esta convicción, que creo general, es lo cierto que no proponemos *fundación* alguna para el firme en los proyectos, y sólo cuando podemos disponer de los medios necesarios efectuamos reparaciones locales con arreglo á tal principio.

La causa no creo sea otra que el venir siguiendo un estado de cosas derivado de lo *barato* que resulta un firme macadán sin fundación, sobre todo cuando ha inducido á llevar al límite de espesor máximo en el centro de 0,20 metros la naturaleza secundaria de las carreteras por construir. Pero conviene observar que basta un solo carro bien cargado para romper estos firmes superficiales, sobre todo en arrancadas en fuertes rampas, que son las que abundan en estas carre-

teras secundarias, y que en ellas, por ser menor su consignación anual, es más difícil la reparación inmediata del desperfecto.

De modo que á las carreteras que quedan por construir parece que debiera aplicarse especialmente la receta de darles firmes fuertes, porque débil ha de ser su conservación.

Yo no veo más motivo que el de la economía en la ejecución para justificar el abandono de la fundación de los firmes; pero hemos olvidado que esto lleva consigo una conservación de todos los momentos á que no permiten llegar los créditos disponibles, y al aumento de peso transportado por los carros y del número de ellos se ha respondido con la *disminución* en el espesor del firme.

Cuando la naturaleza misma de la construcción el afirmado indica la necesidad de una fundación sólida; cuando la práctica pone de manifiesto que los firmes bien fundados resisten más; cuando se ve el mal estado de las carreteras nuestras y sus similares del extranjero; cuando todo aconseja romper con la rutina, no parece lógico seguir con ella. Por eso entiendo que al llamar la atención de mis compañeros acerca de la necesidad de proyectar *fundación* para los firmes macadán, *siempre que no sea roca el fondo de la caja*, hago labor útil porque siembro semilla que otros más expertos cultivarán seguramente, estudiando y proponiendo la fundación más conveniente.

PEDRO DIZ TIRADO.

Oviedo 10 de Febrero de 1903.

## Revista de las principales publicaciones técnicas.

### Estación central hidroeléctrica de Bonnington-Falls (Colombia Británica).

Una estación central hidráulica, que duplica y completa la de Nelson, y que desarrolla una potencia total de 32.000 caballos, se ha terminado recientemente sobre el río Kootenay.

La altura de caída total máxima utilizable es de 22 metros, pero la construcción de una presa de embalse en el lecho del río y situada á una cierta distancia agua arriba, permitirá más tarde elevar aquella altura á 26 metros durante el estiaje.

La fábrica hidroeléctrica comprende un edificio para las turbinas hidráulicas, que son 14, divididas en cuatro grupos de á tres turbinas con una potencia de 8.000 caballos cada una, y dos turbinas más de excitación. En dicho edificio están también colocados los aparatos de regulación del agua y las máquinas eléctricas, y en otro edificio situado en ángulo recto sobre el primero están colocados los transformadores.

Las turbinas principales son del tipo vertical, y cada grupo se compone de tres turbinas superpuestas, de las cuales las dos superiores tienen un conducto de aspiración común, y accionan directamente alternadores verticales de 4.500 kilovatios con un factor de potencia de 80 por 100, dando la corriente á 2.200 voltios y 60 períodos.

Esta corriente se transforma á 60.000 voltios para el transporte por las nuevas líneas, que tienen una distancia máxima de 128 kilómetros, y á 22.000 voltios para la alimentación, por una línea existente, de la ciudad de Rossland, situada á 51 kilómetros. La mayor parte de esta corriente se consume en las minas de las cercanías.

Las obras de regulación del consumo de agua en la fábrica y

los edificios de ésta se han construido al abrigo de presas provisionales y al aire libre, con hormigón armado ó formando macizos con gruesos bloques de roca introducidos en la masa, y su construcción ha sido considerablemente facilitada por la presencia en las proximidades de una estación de la línea del Canadián Pacific Railway.

### Sobre la determinación del rendimiento de las máquinas de corriente continua.

La medida del rendimiento de las máquinas de corriente continua se hace en general por el método de las pérdidas separadas; es decir, que á la pérdida en vacío medida directamente se añade la pérdida en el cobre calculada según la resistencia del inducido.

M. W. Lincke hace observar que la pérdida en vacío varía enormemente según la posición de las escobillas, según se deduce de los ensayos que ha efectuado sobre un motor de diez caballos á 440 voltios, y en el cual la pérdida en vacío varió de 580 á 1.100 vatios, según que las escobillas estaban acuñadas en el punto neutro ó á 9 grados eléctricos en retraso, pero siempre en la zona que correspondía á la marcha sin chispas.

Es indudable que la curva de rendimiento es muy diferente según que esté calculada con una ó con otra de estas dos cifras; pero el autor se ha asegurado además por ensayos directos, de que el rendimiento efectivo no corresponde ni á una ni á otra de estas dos curvas; con el acuñado en el punto neutro el rendimiento es para todas las cargas, pero sobre todo para las más fuertes, inferior al rendimiento calculado; con el acuñado en retraso el rendimiento efectivo es superior al rendimiento calculado. Para pequeñas cargas el acuñado en el punto neutro da



un rendimiento mucho mejor que el acuñado en retraso. Lo contrario tiene lugar para las fuertes cargas.

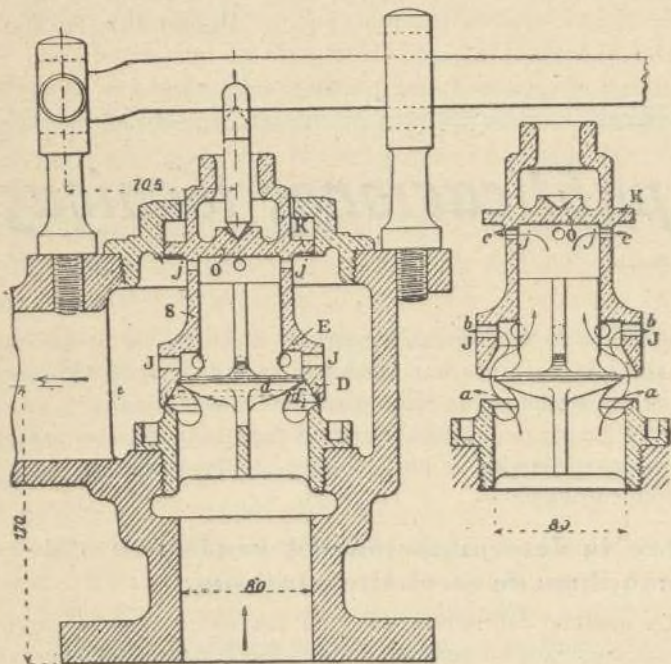
El autor ha demostrado igualmente por ensayos térmicos, que la diferencia de pérdida en vacío puede únicamente atribuirse a la corriente que atraviesa las secciones en conmutación. Ha comprobado esta conclusión con la ayuda de diagramas oscilográficos.

En fin, ha demostrado que esta observación no se aplica a las máquinas de polos auxiliares, en las cuales la corriente en vacío es prácticamente independiente de la posición de las escobillas.

En las demás máquinas el efecto es más ó menos pronunciado, según la forma del campo de conmutación, el ancho de las escobillas, su naturaleza y la resistencia del inducido. Es sobre todo notable en las pequeñas máquinas.

### Válvula de seguridad con carga reducida y con compensación.

M. Manery ha estudiado un tipo de válvula de seguridad con compensación, cuyo primer tipo ha sido recientemente modificado á fin de realizar un modelo más robusto, y que pueda funcionar, ya con un resorte, ya con una palanca de contrapeso actuando sobre la válvula. Las ventajas del primer tipo, es decir, la gran elevación de la válvula y la compensación de la depresión producida por el escape del vapor, cuando la válvula funciona, se conservan en el tipo modificado como puede verse en la descripción siguiente.



El modelo actual (figuras 1.<sup>a</sup> y 2.<sup>a</sup>) está caracterizado por el empleo de dos asientos de diámetros diferentes  $d$  y  $d_1$ , sobre los cuales se aplica la válvula  $S$  en forma de campana, válvula cargada, por ejemplo, con un contrapeso ó con un resorte. Se comprende fácilmente que la presión soportada por la válvula se reduce así á la que ejercería el vapor sobre una superficie igual á la diferencia de las superficies de los dos asientos; por consecuencia, el contrapeso se reduce en la misma proporción.

Si la presión del timbre es alcanzada en la caldera, la válvula se abre, y el vapor se escapa por todo el contorno de la válvula. En cuanto la válvula se abre, el vapor encuentra dos salidas: una entre el asiento inferior y la parte inferior de la campana, y la otra entre el asiento superior y el vértice de la superficie cónica que forma la base de la campana; las flechas de la figura indican esto claramente.

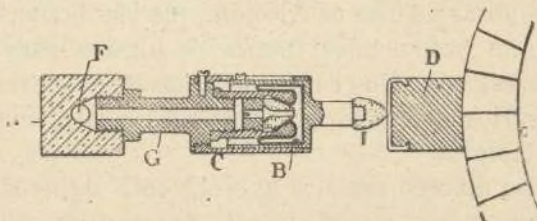
El vapor, que sigue las flechas  $d$ , penetra en la campana sobre la cual actúa para mantenerla elevada, produciendo así la compensación de la depresión producida debajo de la válvula por

el escape. El vapor actúa sobre la superficie cónica  $D$ , sobre el fondo  $E$ , y también sobre el fondo  $C$ , escapándose, como lo demuestran las flechas  $b$  y  $c$ , por los orificios  $j$  y  $J$ . El reborde  $K$  equilibra la contrapresión producida por el vapor de escape, porque actuando éste en la base sobre la parte ensanchada del cuerpo de la campana, impedirá la elevación.

Se regula el grado de compensación haciendo variar el número y las dimensiones de los orificios  $j$  y  $J$ .

### Resorte para las escobillas de carbón en las dinamos de gran velocidad, sistema Morganit.

Las escobillas de carbón no se han adoptado hasta ahora en las dinamos de gran velocidad, y principalmente en aquellas que son movidas directamente por turbinas de vapor, en razón á que los órganos elásticos que las deben mantener en contacto del



colector no son en general bastante flexibles para seguir los desplazamientos rápidos de las escobillas, que siguen alternativamente los movimientos de elevación y descenso á que les obligan las desigualdades de la superficie del colector. Resulta de esta falta de flexibilidad, que las escobillas vibran y no permanecen aplicadas contra el colector, haciéndose la conmutación en malas condiciones con producción de chispas, calentamiento y desgaste rápido del colector.

En el sistema imaginado por la Morgan Crucible Co., en el cual la presión sobre el carbón se produce por medio del aire comprimido, parece haberse resuelto la cuestión de un modo satisfactorio. La figura adjunta tomada del *Electrical Review*, es un corte por el eje de una escobilla llamada «Morganit», construida por esta Sociedad.

La escobilla  $D$  está alojada en una corredera-guía, fijada al collar del portaescobillas que la sostiene por sus caras laterales, pero permitiéndola, no obstante, el poderse mover en el sentido de su longitud. Su parte posterior se introduce en una pieza metálica contra la cual viene á apoyarse una punta aislante  $I$ , la cual termina á su vez en una varilla solidaria con un cilindro  $C$ , en el interior del cual se aloja un saco de caucho  $B$ , que comunica directamente por un tubo  $G$  con un conducto  $F$ , que lleva el aire comprimido. La varilla cuadrada  $A$ , en la cual está abierto este conducto, es común para todas las escobillas de una misma fila.

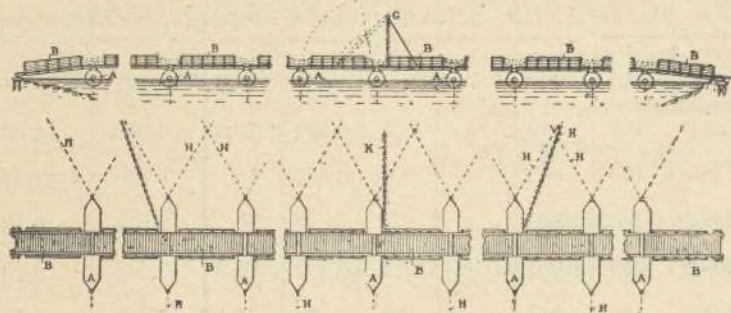
Este sistema de escobillas se ha montado en una dinamo de 250 kilovatios, de la estación central del campo de Aldershot (Inglaterra), movida por una turbina Parsons, que funciona á 2.200 vueltas por minuto. En esta instalación se ha observado que la presión ejercida sobre la escobilla era de 200 gramos por centímetro cuadrado, y que la máquina gastaba 550 amperios, á pesar de lo cual la temperatura del colector no se elevó más que á 31 grados centígrados por encima de la del aire ambiente después de una marcha continua de más de cinco horas. Cuando la presión sobre las escobillas llegó á 300 gramos por centímetro cuadrado, el calentamiento en las mismas condiciones de funcionamiento llegó á 32,5 grados centígrados. Además, el colector de la máquina así montada no se desgastó de una manera apreciable.

### Los nuevos puentes-carreteras flotantes de las Indias inglesas

Desde 1900 á 1902 se han construido en las Indias inglesas y abierto á la circulación cinco puentes-carreteras que atraviesan los ríos Bor-Gandak, Maghamati y Koumla (Bengala). Por causa



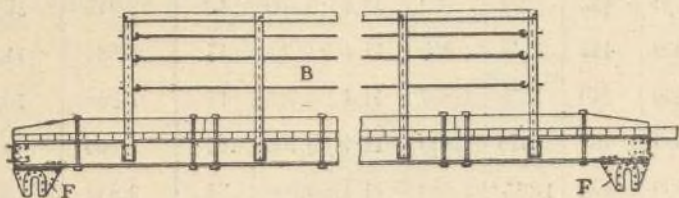
de ciertas condiciones locales, tales como el régimen muy variable de estos ríos, las socavaciones profundas que se producen en su lecho durante las crecidas, la dificultad de construir fábricas, etc., ha habido necesidad de adoptar para estas obras un mismo tipo de puente flotante muy sencillo y muy fácil de con-



servar. Los elementos de estos puentes están representados en las figuras adjuntas tomadas de una comunicación de M. E. G. Barton, autor de los proyectos, dirigida a la *Institution of civil Engineers*.

Estos puentes se componen de vigas dobles B, de 2,44 metros, y que llevan cada una un tablero de maderos. Las vigas extremas van articuladas en el lado de la orilla, a una charnela fijada a pilotes hincados en el suelo y prolongadas por una plataforma fija, en tanto que las otras vigas descansan por sus extremidades sobre flotadores cilíndricos A, terminados por puntas cónicas.

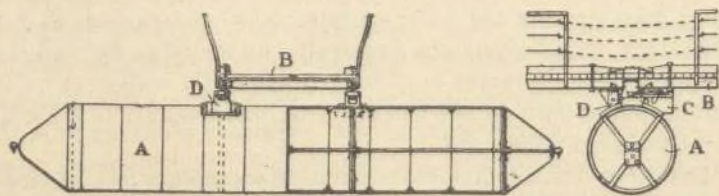
Los flotadores tienen una longitud total de 11,17 metros, un diámetro de 1,83, y son contruidos enteramente de palastro de



acero. En sus dos extremidades se encuentran dos ganchos para las cadenas de amarre, y estos ganchos se enlazan entre sí por un tirante con tensor.

Las vigas están constituidas por dos largueros de aceros, y se arriostran fuertemente en sus dos extremos y en el medio. Un tablero formado de maderos unidos colocados transversalmente y clavados sobre aquéllas forman el piso, que lleva en sus dos bordes unas viguetas longitudinales de madera que desempeñan simultáneamente el papel de andenes y de guardaruedas.

A cada viga de hierro se fijan exteriormente montantes curvados hacia el exterior con un pasamano; hilos tendidos de uno á otro constituyen una especie de barandilla muy sólida.



El enlace entre los flotadores y las vigas se asegura por medio de silleteras D fijadas á los flotadores, y horquillas F fijadas debajo de los largueros de las vigas, y que vienen á colocarse sobre unos ejes horizontales que llevan las silleteras. Estas horquillas F se cierran por debajo por medio de una clavija transversal.

En un principio las silleteras y las horquillas se hicieron de fundición; pero en la actualidad se hacen de hierro forjado, y para evitar que la rotura de una de ellas produzca la caída de la viga, se enlazan vigas y flotadores por medio de cadenas.

Para dar juego al puente en el sentido longitudinal que le permita seguir los desniveles del plano de agua, se dispone, además, de trecho en trecho una silleta especial C, cuyo eje puede deslizar longitudinalmente entre dos guías.

El puente se mantiene en su sitio, ya por medio de cadenas H, que se enganchan por grupos de á tres (dos agua arriba y una agua abajo) á cada flotador, ya por medio de tres cadenas K, más fuertes y más pesadas, enganchadas directamente al tablero en puntos convenientemente escogidos. Todas estas cadenas se fijan á grapas hincadas en el lecho del río. La segunda de estas dos disposiciones de amarre parece superior á la primera, sobre todo en los ríos que acarrean materiales voluminosos en tiempos de crecida.

Como todos los ríos franqueados por estos puentes son navegables, una de las vigas está dispuesta de manera que pueda elevarse girando alrededor de un eje horizontal. La extremidad de esta viga que debe elevarse, está sujeta sobre su flotador por una clavija, y en el medio próximamente de su longitud se unen los ganchos de dos tornos de 10 toneladas y con manivelas montantes verticales y freno automático, que permiten abrir el puente en quince minutos y cerrarle en seis con sólo dos hombres.

La carga de cada flotador de un puente de este tipo es de 9 toneladas próximamente para una separación de eje á eje de los flotadores de 9,45 metros, y su carga total puede llegar hasta cerca de 13 toneladas sin que se sumerjan más allá de su plano diametral horizontal.

Todas las piezas metálicas de estos puentes son fáciles de conservar, volver á pintar ó reemplazar, en caso necesario. La parte inferior de los flotadores que permanece constantemente sumergida puede ser visitada; para ello se quitan las clavijas de sus horquillas en las extremidades de las vigas adyacentes, por medio de barcas introducidas debajo de ellas. El flotador entonces puede girar sobre sí mismo bajo la acción del peso de las silleteras unidas á él, y queda de este modo al descubierto la parte que antes estaba oculta. Los trabajos de conservación pueden, por lo tanto, ser efectuados sin interrumpir la circulación sobre el puente.

### Las turbinas de vapor.

Creemos interesante dar aquí el resumen de una conferencia dada delante de la Asociación de Ingenieros de Manchester por M. S. L. Pearce, sobre las turbinas de vapor.

Después de dedicar algunas palabras á las primeras turbinas de vapor, el autor expone los principios y los detalles de construcción de los tipos actuales, haciendo una comparación entre los modelos Laval, Zoelly, Curtis y Parsons.

Respecto del primer tipo no parece que se presta muy bien á las aplicaciones que requieren grandes unidades, y en cuanto á los otros tres, puede decirse que con los dos primeros se puede llegar en la práctica á un efecto útil del 70 por 100, aunque lo ordinario es llegar al 65 por 100 y pudiendo en un momento dado alcanzar un máximo del 80.

La turbina Zoelly presenta una ligera ventaja sobre la turbina Curtis, y es, que si una fuga se produce entre las coronas sucesivas, el vapor que ha pasado se expande útilmente en los álabes siguientes. Por otra parte, las fugas en la turbina Curtis son tan de temer como en la Parsons, á menos de que exista una junta impermeable entre las coronas sucesivas.

Con el tipo Parsons se puede llegar á un máximo de efecto útil del 83 por 100, pero es prudente no contar en la práctica más que con 75, por razón de las posibles fugas.

Desde el punto de vista del efecto útil, la turbina Parsons figura á la cabeza, pero no existe en su favor su gran superioridad.



dad para que se pueda fundar sobre ese elemento un juicio definitivo sobre los tres modelos de que venimos hablando.

Puede hacerse una comparación tomando como base la cuestión de construcción, y en este caso se obtendría una opinión favorable para la turbina de impulsión; pero si se tiene en cuenta el gasto del vapor, la turbina Parsons tiene poco que temer de sus contrarias. El tipo Zoelly tiene desde luego ventajas sobre el de Curtis, por el incremento en el número de saltos sucesivos.

En el Continente, parece que se manifiesta un movimiento en favor de la turbina Compound de impulsión, pero el autor de esta Memoria no oculta su preferencia por la turbina Zoelly.

M. Pearce procede después a una comparación entre los gastos de establecimiento y de servicio, de una máquina alternativa y de una turbina.

Si se toma una potencia de 1.800 kilovatios, se puede admitir que la conservación y las reparaciones costarán por año para una turbina de vapor, 3.150 francos, y para una máquina alternativa, 4.050 francos. En cuanto al engrase, la máquina alternativa gastará próximamente el triple.

Respecto á la relación de gastos de primer establecimiento, M. Pearce da el cuadro siguiente, cuyas cifras ha podido fijar según datos obtenidos en su práctica profesional:

FECHAS	CAPACIDAD — Kilovatios.	COSTE POR KILOVATIO	
		Máquinas alternativas.	Turbinas.
		Francos.	Francos.
1900 y 1904.....	750	200	105
1899 y 1901.....	1.800	150	109
1901.....	1.500	132	—
1902.....	3.750	141	—
1905.....	6.000	—	66

En el primer ejemplo el gasto es de 250 francos por kilovatio para la máquina alternativa, y de 210 francos para la turbina, y en el segundo ejemplo de 250 para la primera y 200 para la segunda, cifras poco diferentes de las primeras. Estos datos comprenden los condensadores accesorios que no está incluidos en las cifras del cuadro.

Hay todavía un elemento que es algunas veces necesario tener en cuenta: el emplazamiento ocupado por las dos clases de motores. Respecto de esto se puede decir que para una capacidad de 3.000 kilovatios ó más, la superficie horizontal por kilovatio es de 93 centímetros cuadrados para las turbinas de vapor, y de 325 para las máquinas alternativas, lo que equivale á 108 kilovatios por metro cuadrado para las primeras y 31 para las segundas.

El autor cita como ejemplo la cámara auxiliar de motores en Shortstreet, que puede alojar una capacidad en turbinas cuádruple de la que podría recibir en máquinas alternativas.

M. Pearce dice que si se compara el efecto útil de dos motores desde el punto de vista termodinámico, la superioridad de la máquina alternativa resalta claramente y estima esta ventaja en un 15 por 100 próximamente. Las razones que da no se comprenden muy bien, pero asegura que no hay interés en adoptar la turbina con potencias inferiores á 500 kilovatios, y que cuando se dispone de cantidades suficientes de agua de condensación para unidades de 3.000 y 5.000 kilovatios, la turbina es incontestablemente y en el momento actual el motor por excelencia para las aplicaciones eléctricas.

He aquí ahora los consumos de vapor tal y como han sido obtenidos los experimentos hechos sobre las máquinas alternativas y las turbinas de las estaciones de electricidad de Manchester á diversas potencias.

Turbinas núm. 2.

Amperios.	Voltios.	Kilovatios.	Caballos Indicados	Presión. — Kilogr.	Vacío — Metros	Recalentamiento — Grados.	Vapor.	
							Por hora.	Por kilovat hora.
							Kilograms.	Kilograms.
500	440	220	"	9,2	0,692	71,6	5.422	25,14
1.000	443	443	"	9,2	0,692	73,2	6.516	14,63
1.500	440	660	"	9,2	0,602	75	7.520	11,87
2.000	440	880	"	9,2	0,092	75	8.970	10,15
2.500	438	1.055	"	9,2	0,692	73,2	10.317	9,83
3.000	439	1.317	"	9,2	0,692	74,4	11.415	8,79
3.500	445	1.557,5	"	9,2	0,692	74	13.500	8,61
4.000	439	1.756	2.660	9,2	0,692	74	15.140	8,50
4.700	430	2.021	"	9,2	0,092	74	17.305	8,50

Máquinas alternativas núm. 3.

Amperios.	Voltios.	Kilovatios.	Caballos Indicados	Presión. — Kilogr.	Vacío — Metros	Recalentamiento — Grados.	Vapor.	
							Por hora.	Por kilovat hora.
							Kilograms.	Kilograms.
500	442	221	332	11,4	0,705	48	2.972	13,50
1.000	442	442	655	11,4	0,703	47	8.534	11,80
1.500	440	650	1.007	11,4	0,703	47	7.866	10,50
2.000	439	878	1.330	11,4	0,703	52	8.266	9,38
2.500	439	1.097,5	1.630	11,4	0,698	53	9.830	8,83
3.000	439	1.317	2.000	11,4	0,698	52,5	10.736	8,20
3.500	444	1.554	2.550	11,4	0,686	50,5	12.457	8,02
4.000	433	1.752	2.615	11,4	0,686	43	13.815	7,93
4.500	438	1.971	2.950	11,4	0,673	44,5	15.720	8,06
5.000	444	2.220	3.350	11,4	0,673	44,5	18.685	8,54

### Nuevas locomotoras Compound austriacas.

Tres modelos recientes de locomotoras se han puesto en servicio sobre las vías férreas austriacas. Una de ellas es una máquina Compound para las secciones accidentadas de la gran línea de Viena á Trieste y posee un eje sostén delantero, tres ejes motores acoplados y un eje sostén posterior. Los cilindros tienen diámetros de 450 y 690 milímetros y una carrera de 720 milímetros. Esta locomotora desarrolla un esfuerzo de tracción total de 6.950 kilogramos cuando la presión del vapor es de 15 atmósferas. El peso en marcha es de 59,70 toneladas, de las cuales 43 son peso adherente.

Las otras dos locomotoras tienen exactamente las mismas características, y la última posee un recalentador Schmidt. Son del tipo Compound con dos ejes sostén delanteros y dos ejes motores; sus cilindros tienen respectivamente 520 y 760 milímetros de diámetro y 680 milímetros de carrera, y el esfuerzo de tracción es de 9.850 kilogramos para una presión de vapor de 15 atmósferas. El peso total en orden de marcha es de 56,9 toneladas con un peso adherente de 29.

La longitud total de estas máquinas es de 10 metros.