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

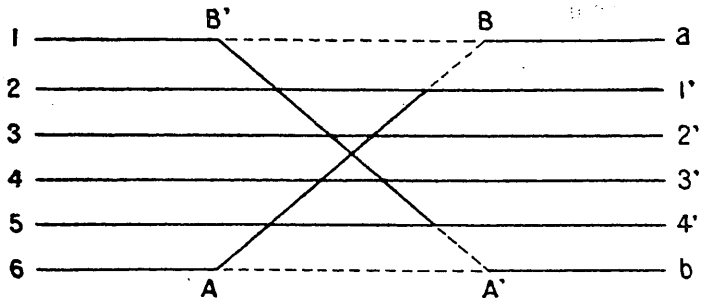


Fig. 3.ª

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 protegieran 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: $m\ (m - 1) \ldots (m - n + 1)$ 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

$$AN.\ \begin{array}{c}\longrightarrow\\ \longleftrightarrow\\ \longleftarrow\end{array}\ BN.$$

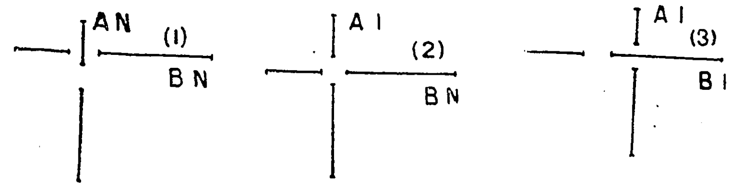
Estos son los cuatro grupos que hay que estudiar como relación de dependencia de una palanca con otra, ya que para los demás casos basta variar el nombre ó posición de la palanca.

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.° 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.° 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.° Si además de *AN. BN* y *AI. BI*, se quiere tener *AI, BN*, ó *BI*, será preciso tener $AN \longrightarrow BN$ ó $AN \longleftarrow BN$ con $AI \longleftarrow BI$ y $AI \longrightarrow BI$. 4.° Por último, si se desea que sean factibles las cuatro combinaciones, será preciso que no se realice ningún enclavamiento entre ellas.

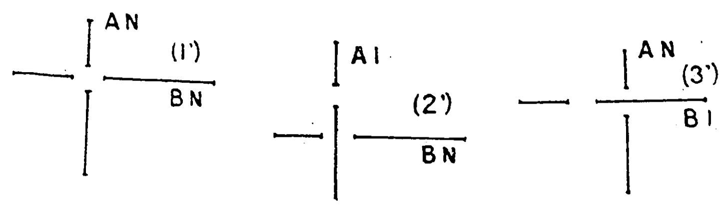
Se llega así á la consecuencia de que las cuatro combinaciones no pueden tener lugar si se realiza algún enclavamiento entre las posiciones de las palancas; que para tener tres, basta un enclavamiento, y para que se realicen dos, sólo bastan dos enclavamientos ó uno de lo que pudiéramos llamar de segundo 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 $AN \longleftrightarrow BN$; 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.



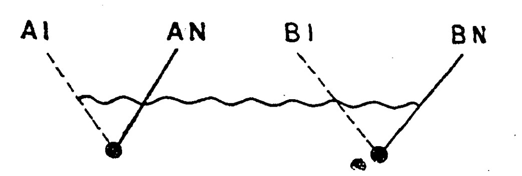
$$\left.\begin{array}{l} AN \longrightarrow BN \\ AI \longleftarrow BI \end{array}\right\}$$

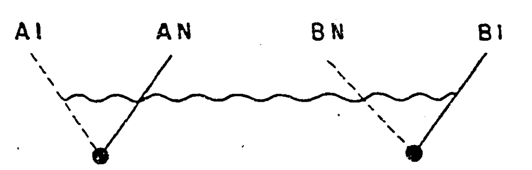


$$\left.\begin{array}{l} AI \longrightarrow BN \\ AN \longleftarrow BI \end{array}\right\}$$

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



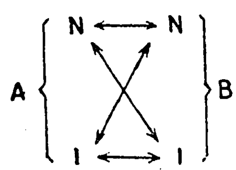


Si en lugar de una cadena se colocase una barra ya se tendría el enclavamiento citado de $AN \longleftrightarrow BN$ con sus recíprocos.

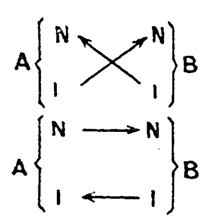
A poco que se examine este modo de realizar los enclavamientos, se notará la semejanza con las cadenas geométricas de elementos indeformables unidos por pares, consideradas en el estudio de los mecanismos como fundamento de éstos.

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 representen los lados las palancas, y los vértices los pares ó enlaces, servirá para representar y comprobar si en un sistema de en 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 gráficamante 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).

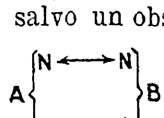


Para terminar el estudio del enclavamiento de dos palancas, con sólo dos posiciones, presentaremos cuatro ejemplos, corrientes en la práctica de la explotación de los ferrocarriles y que corresponden á los cuatro casos considerados anteriormente como únicos, á que se reducen las combinaciones de las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

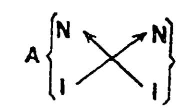
1.° Caso de tener sólo dos posiciones simultáneas constantemente: el de una señal de parada absoluta y la avanzada correspondiente, para prevenir una parada en plena vía á consecuencia de una reparación en ésta, que exige la detención de los trenes.

Las dos señales están fijas y en posición de alto.

2.° 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  ; si no

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.° Caso de desear tres grupos de posiciones simultáneas y evitar sólo uno: el de los dos discos de entrada á una estación de vía única. El enclavamiento es: 

la posición posible $AN \,.\, BN$ y la peligrosa y que no tiene lugar, $AI \,.\, BI$ 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.° 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.

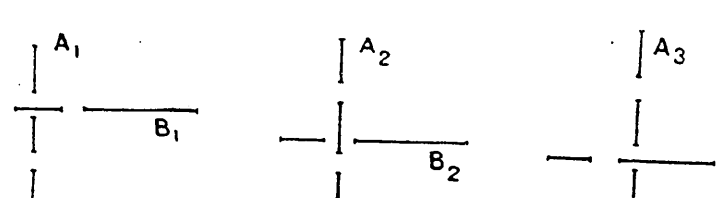
Estudiado el caso de dos palancas con dos posiciones, pasemos á estudiar el de dos palancas con más de dos posiciones, y empecemos, para más sencillez, por el de dos palancas con tres posiciones. Partiendo del principio fundamental de que á cada posición de la primera palanca sólo ha de corresponder 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_2B_2; A_3B_3. El total de combinaciones son las de 6 objetos tomados dos á dos: ó sea $m \dfrac{(m-1)\ldots(m-n+1)}{n}$ $= 15$, 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.

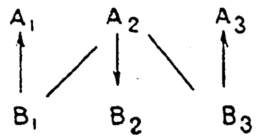
Para que no se produzca dicha combinación hay que evitar las que tienen común una de las posiciones y aquéllas en que además la otra palanca está libre para aquella posición de la primera. Ahora bien; alguna de éstas, pueden ser las que quieran tenerse, y entonces ha de enclavarse en esta posición. Así, 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 $A_1 \longleftarrow B_1$ y $A_2 \longrightarrow B_2$.

Si gráficamente, para mayor claridad, se representa cada una de las dos palancas por una línea recta que se desplaza 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 $A_1 \longleftarrow B_1$ y su recíproco $A_2 \longrightarrow B_2$, 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_2B_3 y que se ha de tener el nuevo enclavamiento $A_3 \longleftarrow B_3$. En cambio como superfluas se tienen A_1B_2 A_1A_3 y A_3B_2, A_2B_1.

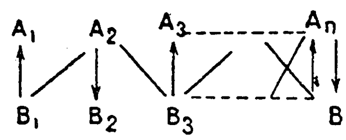
Si fueran otras las combinaciones que se quisieran realizar, bastaría sustituir los números 1, 2, 3 por los que fueran en ambas palancas y sólo habría de procurarse que en el movimiento de las palancas se sucediesen las posiciones en el orden dicho, de modo que alternativamente sean una y otra palanca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

$I\left\{\begin{matrix}1\\2\\3\end{matrix}\right.$ $2\left\{\begin{matrix}I\\II\\III\end{matrix}\right.$ $III\left\{\begin{matrix}1\\2\\3\end{matrix}\right.$ quedando sin realizarse los conjuntos $1\left\{\begin{matrix}I+\\II\\III+\end{matrix}\right.$ $II\left\{\begin{matrix}1\\2+\\3\end{matrix}\right.$ $3\left\{\begin{matrix}I+\\II\\III+\end{matrix}\right.$ 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



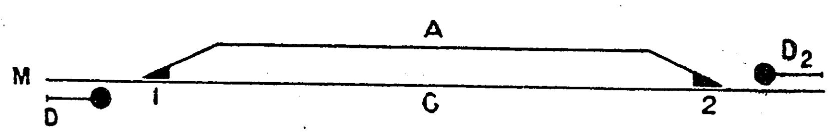
con la figura inmediata. En cuanto al número de las posiciones inútiles que resultan, también es fácil ver las que son, y, por consiguiente, su gran número en este caso, en cuanto n es mayor que 3. Por de contado que las que se evitan son las peligrosas y las que se quieren tener las de igual número. En efecto, el total de combinaciones es el de $2n$ 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.

FUNDACIÓN 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