

# SECCIÓN TÉCNICA

## Exposición sobre señalización preliminar

POR

PEDRO GODOY

El objeto de la señalización comprende dos aspectos diferentes:

- 1.º Control del movimiento de los trenes entre estaciones o en plena vía:
- 2.º Control de movimiento de los trenes dentro de los límites de la estación por medio de la centralización de las agujas y de las señales.

El primer objetivo se ha realizado de maneras muy diversas que señalaremos siguiendo un orden histórico y haciendo una división entre vía doble y vía sencilla.

Respecto a la primera se distinguen los siguientes métodos.

- 1.º En el periodo primitivo por tiempo
- 2.º Seguido del uso del telégrafo
- 3.º Seguido por el sistema lock y block
- 4.º Sistema manual del circuito de vía
- 5.º Sistema de señalización automática.

Respecto a las vías sencillas históricamente también se pueden distinguir:

- 1.º Por comprobante
- 2.º Por el uso del telégrafo y comprobante
- 3.º Por uso del bastón o tableta
- 4.º Por el sistema manual del circuito de vía
- 5.º Por señalización automática.

---

El segundo objetivo se ha realizado históricamente de las siguientes maneras:

- 1.º Con cambios y señales independientes como existen en Chile
- 2.º Por la concentración mecánica de cambios y señales hecha en la misma aguja, lo que más bien constituye una detección

3.º Introduciendo el enclavamiento en las cabinas

4.º Por la señalización a fuerza motriz pudiendo ser ésta electro-neumática, hidráulica, a gas, o a electricidad. También se conocen combinaciones de algunos de esta forma de energías como se verá después.

---

#### REALIZACION DEL PRIMER OBJETIVO

El control de trenes entre estaciones ha seguido los sistemas que vamos a describir en más detalles. Primero para vía doble.

##### *1.º Sistema de tiempo.*

Con él se permitía entrar un segundo tren en block sólo después de haber transcurrido un tiempo determinado después de la partida del primero. No se usaban medios de avisar la llegada del tren a la estación de vanguardia. Este sistema no constituía protección para obstrucciones autorizadas, vgr. vgr. el caso del tren anterior detenido por accidente, ni para las no autorizadas vgr. vgr. una quebradura de riel o un fraccionamiento del tren anterior y estaba enteramente en manos del personal de la estación despachadora.

##### *2.º Despacho por telégrafo.*

Al introducirse los telégrafos fué posible sin gran pérdida de tiempo esperar al segundo tren por despachar hasta recibo de una comunicación de la estación de vanguardia atestiguando que el primero había llegado. Por consiguiente se obtuvo una seguridad adicional por el hecho de que ambas estaciones, la que ofrece y la que recibe deben encontrarse de acuerdo y tener registrado el acuerdo necesario.

Siendo pues el segundo sistema preferible por lo anterior al primero en cuanto protege contra obstrucciones autorizadas, no le aventaja para las obstrucciones no autorizadas; y aplicándolo en forma de block permisivo, es decir con la posibilidad de un segundo tren que siga al primero después de tiempo determinado se vuelve al caso del primer sistema.

Es el grado máximo de seguridad alcanzado en nuestra red.

### 3.º *Block visual*

Lo que se ganó con éste aún en su forma eléctrica fué mantener a la vista del despachador y receptor de trenes una indicación visual que primitivamente era sólo de dos posiciones: línea libre y línea ocupada. La indicación se operaba porque el receptor del tren hacía aparecer en su propio instrumento simultáneamente con el instrumento del despachador y por vía eléctrica la misma constancia. Posteriormente se aumentó el manejo con una tercera posición que señalaba tren en la vía; así se hacía saber al despachador la razón por qué la línea estaba ocupada.

Si bien este sistema hacía intervenir y por mejor medio a los dos agentes, el despachador y el receptor en la orden de movimiento, no existía conexión entre los instrumentos y las señales en la línea. Conjuntamente con la indicación visual se establece un código de campanillas por el cual se manda una descripción del tren que pide la línea y se comunica cualquiera incidencia que hubiere ocurrido.

Es el sistema en uso en casi todas las vías principales de Inglaterra y tampoco garantiza contra obstrucciones no autorizadas aún cuando como en los dos casos anteriores el operador en la estación de llegada tiene orden de no aclarar la vía hasta que la cola del tren que entre haya pasado los cambios de entrada de su estación.

### 4.º *Lock y Block.*

Con la densidad creciente del tráfico y el mayor esfuerzo mental que así se impuso a los agentes ocurrieron accidentes por inadvertencias de cambiar la posición de la indicación; y se vió la urgencia de acoplar en su manejo los instrumentos con las señales de la línea. De ahí resulta el lock y block.

En este sistema cuando se recibe la indicación de vía libre desde la estación de vanguardia se desenclava la palanca que maneja la señal que indica al tren entrada al block. Cuando el tren que ha partido provoca cierto cambio eléctrico en ciertos aparatos de la estación de vanguardia, sólo entonces se puede bajar la señal de partida en la estación de retaguardia para un tren que allí espere; y por la inversa al salir el primer tren y pasar cierta distancia un cambio eléctrico similar obliga a la señal de partida a ponerse a peligro.

Por multiplicación de las señales de estaciones vgr. vgr. de distancia de llegada, de partida y de partida avanzada, este sistema permite una mayor capacidad en la línea constituyendo un sistema semi-automático, en el cual el señalero opera las se-

Agua Amarga

Tranque J

1772

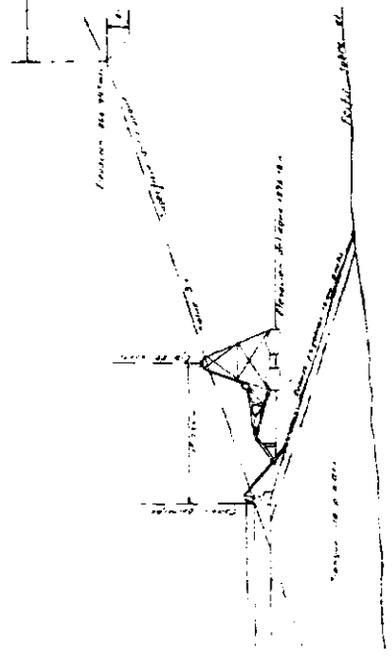
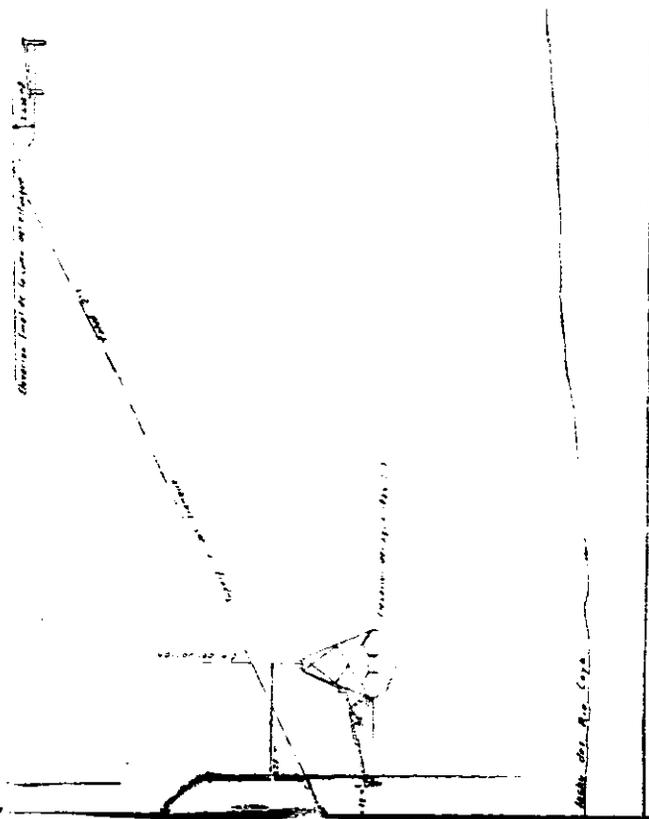


Fig. 10

Agua Amarga

Tranque J

1772

Comunidade Indígena de Guaymas

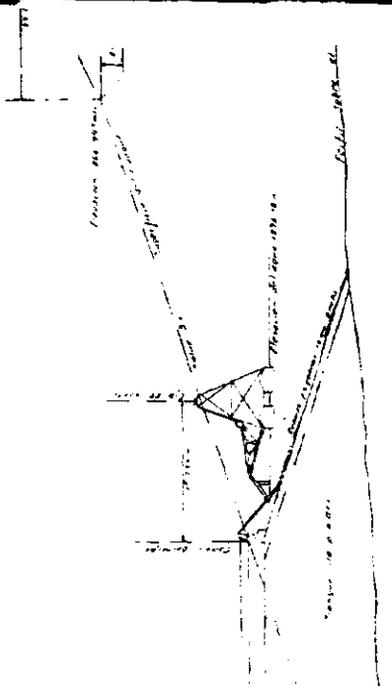
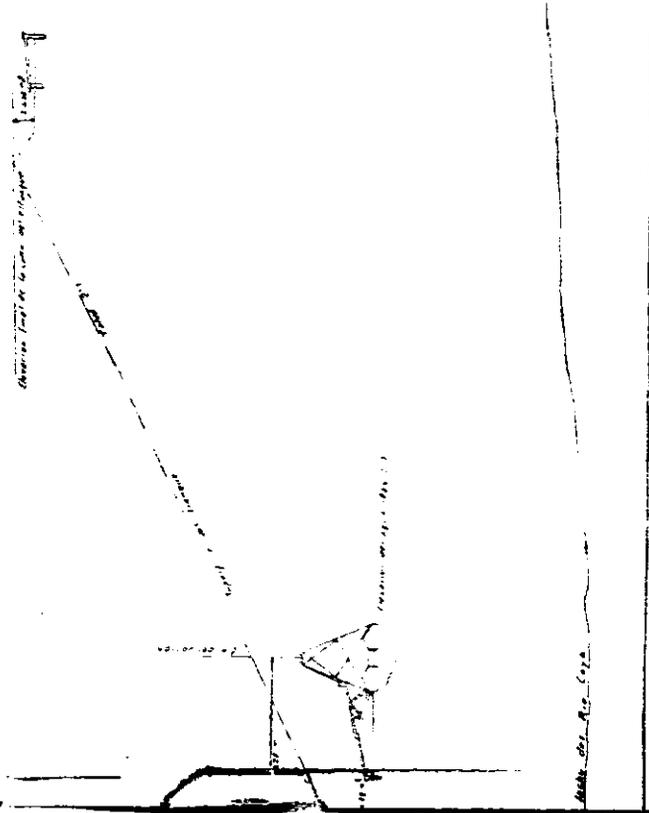


Fig. 10



ñales pero el tren las controla. De aquí se deriva que el señalero no puede operar los cambios o señales hasta que el tren no está libre y protegido por ellas. También existe el Código de señales con campanillas como se describió anteriormente.

Se usa el lock y block con mucha frecuencia en Inglaterra sus colonias y los Estados Unidos, pero tampoco constituye garantía para obstrucciones no autorizadas.

#### *5.º El sistema de block manual con circuito de vía.*

Este sistema se ha desarrollado según ideas generales que pertenecen a los sistemas anteriores (sistema de block) y también al de señalización automática que se tratará más tarde incorporando las indicaciones y el modo de operar como el de lock y block pero tiene la característica ventajosa que los rieles forman el circuito principal del control como para los sistemas automáticos y en condiciones mucho más económicas para su conservación y manejo.

Da protección contra obstrucciones tanto más autorizadas como no autorizadas. No es automático pero semi-automático como el lock y block y por consiguiente el movimiento de trenes entre estaciones está manejado por el operador siempre que lo permita el circuito de vía.

Como la corriente eléctrica que acciona las señales entre estaciones no va por vía aérea especial sino por los rieles corrientes asegura contra un tren fraccionado, un tren olvidado o una quebradura de riel.

La economía se realiza primordialmente por el hecho que la corriente necesaria para desenclavar las señales en la estación que ofrece el tren es momentánea y no permanente como en el caso de señalización automática. Otro rasgo del sistema es que los aparatos que se usan para simple y doble vía son del mismo tipo.

Sin embargo y en cuanto se conocen sus particularidades porque es un sistema de invención reciente no ofrece medios para proveer señales intermedias sino estableciendo estaciones intermedias de block. Tiene enormes ventajas sobre el sistema lock y block porque es más sencillo y carece de muchas piezas pequeñas y transmisiones mecánicas de éste. Parece en consecuencia como un sistema mucho más seguro.

#### *6.º Señales automáticas.*

Como lo indica el nombre en el sistema automático propiamente tal es el mismo tren el que maneja las señales sin intervención del elemento humano operador. Esto

se produce por medio de circuito de vía donde los ejes de un tren producen cortos circuitos que tienen influencia en la posición de las señales.

Un circuito de vía en una sección de línea aislada eléctricamente en sus extremos y en que los rieles forman un conductor continuo. En el extremo de salida de la sección se encuentra una batería conectada a los rieles que da la fuerza electromotriz necesaria. En el extremo de entrada (o aguas arriba para la circulación de los trenes) hay un relay conectado también con los rieles, el cual siempre que reciba la corriente del circuito de vía o esté energizado mantiene cerrado un circuito local.

El circuito local cerrado mantiene en funcionamiento un motor eléctrico que sostiene contra la acción de la gravedad el brazo de la semáfora en posición libre. Si se encuentra un eje dentro de la sección o bien se ha quebrado un riel la corriente no puede energizar el relay, sea porque es derivada a través del eje que le proporciona menor resistencia en el primer caso, o sea porque en el segundo caso el conductor es discontinuo. De este modo quedando muerto el relay el circuito local de la señal se abre y el motor eléctrico se desacopla y la gravedad asume preponderancia llevando la señal a peligro. El brazo de la semáfora queda en la posición de peligro mientras las condiciones mencionadas prevalecen.

Descrito en lo anterior el circuito de vía de corriente continua en su forma usual cabe decir que los más modernos son del tipo del corriente alterna donde la corriente que era provista por baterías es ahora recogida de líneas de transmisión a alta tensión y transformadas al voltaje requerido por transformadores, los relays son también de tipo especial para corriente alterna.

En caso de tracción eléctrica en que los rieles de la vía sirven de conductor de retorno a la corriente de tracción el circuito de vía alterna es algo modificado. La modificación consiste principalmente en la intercalación de bobinas de impedancia cuya función es conseguir que las secciones siendo continuas por lo que hace a la corriente de tracción continúe siendo aislada para la corriente del circuito de vía.

Esto constituye el principio de la señalización automática. Se verá por consiguiente que el funcionamiento automático del sistema descansa principalmente en el circuito de vía y puede deducirse que éste puede ser dispuesto para controlar cualquier forma de sistema de señales al aire libre.

Por ejemplo, si la señal de partida de una estación fué accionada por el tirón de un alambre como en el caso de señalización mecánica, una cerradura levantada por una bobina eléctrica agregada a la palanca de la señal podría formar un medio de impedir que ésta se pusiese a libre mientras existiera en el circuito de vía condiciones que lo impidieran.

Sería naturalmente necesario en el caso sustituir el motor eléctrico mencionado en el sistema automático por un restaurador de señales, para restaurar automáticamente la señal a la entrada del tren en la sección y evitar que una señal accionada al tirón sea puesta una vez a libre y abandonada en esa posición. Este medio o la interrupción del circuito local de la señal automática con un contacto conectado con la palanca constituiría un sistema semi-automático. Así, como ya se mencionó, se traería el manejo de la señal a las manos del señalero, en casos en que admitiendo el circuito de vía a un tren para entrar a la sección una autoridad decidiera hacerlo detenerse.

Además de las señales semafóricas controladas por el circuito de vía también se usan las señales de linterna que son de dos tipos: el primero es de lente enfocadora que se ilumina de día y de noche por medio de lámparas eléctricas contenidas en la caja donde se fija para disminuir el efecto de los rayos, solares se usa un tubo que los intercepta a consecuencia de su corte especial cuando éstos son muy poderosos.

El segundo tipo toma la forma de una fila de lentes equidistantes montadas en una caja adecuada y detrás de cada lente hay una luz eléctrica. Estas filas están arregladas para representar la forma de un brazo semafórico y dan una línea horizontal de luces para la posición a peligro, una línea de luces inclinada a ángulo de 45 grados para la posición de precaución y una línea vertical a noventa grados para la posición ca libre. Las líneas son visibles a las peores circunstancias a una distancia de dos a tres kilómetros durante el día y este sistema tiene la ventaja de ser libre de toda maquinaria complicada que necesita el brazo semafórico, ya que todo lo necesario para cambiar la indicación de estas filas de luces es un relay ordinario.

Aunque el sistema tiene muchas ventajas sobre el brazo semafórico el tipo con fila de luces se ha abierto camino sólo en el ferrocarril donde el inventor es ingeniero de señales.

La lente de color (verde para libre, amarillo para precaución y roja para peligro) se ha adoptado en los últimos años en las señales automáticas tanto en los Estados Unidos como en Europa con considerable éxito.

Se observará que en estos casos hemos estado describiendo señales que toman tres posiciones. Esto se considera una mejora sobre la señalización mecánica, donde por razón de su naturaleza las tres posiciones no pueden ser controladas. De aquí que bajo el sistema automático la señal a tres posiciones eléctricamente controladas se haga cargo conjuntamente de las funciones de las señales de detención y de distancia que se necesitan separadas en el sistema mecánico. Se deducirá que la semáfora o filas de luces en la posición horizontal corresponde a una señal de parada abso-

luta, mientras que a 45 grados o sea precaución es decir, ordenando que se proceda hasta la siguiente señal con cuidado asume la función de la señal de distancia, y en la posición vertical o a 90 grados debe considerarse como línea libre o señal de velocidad.

Las señales de estas características controladas por circuitos de vías se denominan del sistema "normal a libre" debido al hecho que cuando la línea está libre éstas señales asumen la posición libre.

El sistema conocido como "anormal a peligro" es decir indicando peligro, esté la línea libre o no se ha hecho tan común como el "normal a libre" debido principalmente a sus numerosas complicaciones.

En el sistema automático el número de señales que se establecen entre dos estaciones depende de la intensidad del tráfico y a medida que ésta aumenta se encuentra necesario intercalar entre dos estaciones una o más señales intermedias según cual sea su distancia. Para realizar esta capacidad adicional de la vía en cualquiera de los sistemas antes mencionados sería necesario instalar una nueva sección de block con su personal de servicio. Este punto diferencia al sistema de señalización automática del sistema block manual con circuito de vía y hace el primero más elástico para aceptar incremento de tráfico puesto que sólo exigen señales intermedias.

#### REALIZACION DEL PRIMER OBJETIVO O SEA CONTROL DE TRENES ENTRE ESTACIONES PARA VÍA SENCILLA

1.º Comprobante, que era entregado al maquinista en forma de una bastón de madera identificada con su propia sección por medio de colores o nombres. No se permitía entrar al block a ningún maquinista que no estuviera en posición del comprobante; y como sólo uno de estos estaba provisto para cada block se deduce que nunca dos trenes pudieran estar en la sección simultáneamente. Se ocasionaba atrasos considerables cuando más de un tren seguía la misma dirección, porque el bastón debía ser vuelto por mensajero especial. El inconveniente mencionado indujo a la introducción del

2.º Comprobante y tarjeta.—Donde al primer tren se entregaba la tarjeta y se le mostraba el bastón.—El segundo recibía el bastón;

3.º Con la introducción de los telégrafos en el manejo de los ferrocarriles se desarrolló el instrumento de tableta o bastón eléctrico, en el cual se admitía tanto trenes sucesivos como bastones o tabletas se contenía en el depósito de los instrumentos.

Estos bastones o tabletas pueden sacarse de un instrumento sólo con el permiso del operador en la estación de vanguardia y estando un bastón sacado de cualquiera de los dos instrumentos éstos quedaban enclavados hasta que el bastón se repusiera en cualquiera de ellos.

Así se consigue la ventaja de poder despachar trenes en ambos sentidos a voluntad conjunta de los dos operadores. Más tarde dividiendo el bastón en más de un pedazo se permitió más de un tren en un block avanzando en la misma dirección y llevando cada maquinista su permiso, representado por el pedazo de bastón.

Naturalmente antes de poder invertir la dirección del tráfico los pedazos del bastón fraccionado deberían reunirse en la estación de llegada y pasar por su instrumento, lo que aseguraba que todos los trenes de una dirección habían llegado antes de invertir el sentido de marcha.

Este arreglo no daba protecciones contra las obstrucciones autorizadas, mientras que trabajando con el bastón sencillo (no fraccionado) se proveía a la protección contra obstrucciones autorizadas.

El sistema fué ayudado por un Código de señales a campaniña para describir la clase de trenes y los últimos modelos están equipados con generadores en lugar de las baterías que tienen mayor costo de conservación.

4.º El sistema de block manual con circuito de vía descrito bajo señales de doble vía es también aplicable para vía única, y prácticamente y en la misma forma y ofrece protección contra obstrucciones autorizadas y no autorizadas.

Tienen la ventaja muy grande en comparación con el de bastón o tableta por cuanto no exige los aparatos cambiadores en marcha de bastón para los trenes que no se detienen. Al mismo tiempo la dirección del tráfico entre dos estaciones está en manos del personal local.

5.º El último progreso se encuentra en el sistema absoluto permisivo de block (A P B) que es como se describe en otra pág. . . . un sistema automático siendo los rasgos principales los mismos; pero en el trabajo con vía simple permite correr un cierto número de trenes en una dirección, quedando cada uno bajo la protección de su propia señal (de donde se deriva su nombre A. P. B.) Al mismo tiempo mantiene todas las señales que permiten trenes en la dirección opuesta a peligro.

#### PRECIOS COMPARATIVOS Y APLICACION DE LOS DISTINTOS SISTEMAS.

Podemos eliminar en doble vía todos los sistemas anteriores al lock y block y

en simple vía los anteriores al bastón o tableta eléctrica en lo relativo a su aplicación a la señalización que se propone realizar en Chile.

Determinarán la elección entre los que quedan por considerar primero la densidad del tráfico y después otras circunstancias: sistema de frenos, gradientes y pendientes y velocidad máxima y media de los trenes. La influencia de estos factores se ilustra mejor con un ejemplo.

Supongamos que un block de simple vía con largo de 10 kilómetros es recorrido por trenes de 600 toneladas, que éstos alcanzan una velocidad máxima de 50 kilómetros por hora y sean manejados por freno a mano en condiciones deficientes de reparación. Sería imprudente imaginar que estos trenes pudieran ser traídos al reposo desde 50 kilómetros por hora en menos de un kilómetro de distancia si la vía es horizontal, cuya distancia puede aumentarse considerablemente en el caso de una pendiente.

La velocidad media de estos trenes la suponemos entre estaciones de 30 kilómetros por hora; así el tiempo ocupado en este block en una dirección de 20 minutos y si hubiera trenes alternados en ambas direcciones nos darían teóricamente una densidad de 72 trenes en 24 horas o bien un intervalo de tiempo en una dirección de 40 minutos. Hemos supuesto todavía el caso ideal que los trenes se crucen sin para por éstas y otras podría rebajarse el número de trenes en un 33% dejando demoras el número de 24 en cada dirección.

Si no se necesita mayor capacidad que ésta un sistema de block de estación a estación como el de bastón N.º 3 o el N.º 4 bastaría. Si sin embargo la densidad del tráfico exigiese una mayor capacidad en la línea y exigiera el pie forzado de mantener el mismo tipo de unidad (600 tons.) esto pudiera realizarse con la introducción de una estación de block en el centro, manteniéndose así en la longitud del block primitivo, 10 kml., dos trenes en la misma dirección.

Tendríamos la capacidad doblada pero simultáneamente se doblaría los gastos del personal que controla los trenes y contaríamos con una cabina más.

Empero un medio más económico de conseguir esta capacidad adicional pudiera ser instalar un sistema de señales automáticas con lo cual el segundo tren podría admitirse siguiendo al primero en el block y manteniendo cierta distancia con él protegido por la señal automática pero no habría ninguna cabina más.

Otro medio aún más económico si se abandona al pie forzado de la composición unitaria del tren pudiera ser: reunir los dos trenes en uno arrastrado por máquinas suficientemente poderosas y siempre que la vía lo permitiera. Tendríamos entonces

menores gastos de personal de tren y no necesitaríamos ni señal intermediaria ni menos cabina intermedia.

Naturalmente para correr los dos trenes cortos consecutivamente protegidos por una señal intermediaria se debería tener un mejor control de ellos que para el último caso en cuanto que mantuvieran su itinerario y sobre todo al considerar que encontrarían trenes de dirección opuesta que cruzar.

Por otro lado con esta densidad de tráfico implica dos trenes cortos corriendo siempre en el block la velocidad de alimentación y formación de trenes sería aproximadamente la misma que para un tren de doble tonelaje.

En la práctica el sistema de señales automáticas sólo ha resultado en los Estados Unidos donde los trenes ya han llegado al peso de 3 000 toneladas y las máquinas sin tenders a 360 tons.

Al elegir la señalización automática para trenes de este peso y conseguir aumentar su velocidad media en un 15% cifra aprobada en la práctica, el valor de los carros-horas economizados era más que suficiente para pagar el interés de una instalación tan complicada lo que no ocurre en Chile porque se necesita además para ese resultado un control de trenes casi perfecto.

Añadase a ese 15% de aumento de velocidad media, fué aplicado en los Estados Unidos a un movimiento de 28 000 toneladas por día y que la parte más congestionada de la 1.ª Zona hace dos mil quinientas toneladas diarias.

El costo de la señalización automática sería en Chile un 20% mayor que en Estados Unidos, el operador es aproximadamente ocho veces más barato, la ventaja obtenida sería sólo un aumento de 15% en las mejores condiciones sobre un doceavo de capacidad de carros-horas de la división a que nos hemos referido en Estados Unidos y esta ventaja se reduce todavía más cuando se confrontan los costos de la tonelada kilométrica entre ese país y el nuestro.

La dificultad para obedecer indicaciones intermediarias con el sistema de freno a mano hace que la situación de la señal deba elegirse con mucho cuidado lo que se verá mejor en el capítulo de señalización de estaciones. Vale además la pena considerar la imprudencia de correr trenes con señales automáticas y sin frenos automáticos porque en un caso de fraccionamiento en tren de pendiente puede originarse un gran desastre ya que el segundo tren también participa en él.

Comparando precios de los sistemas automáticos con los sistemas de block de estación a estación (N.º 3 y 4) los últimos costarían con pequeñas diferencias en el largo del block como cien libras por block, mientras que los primeros para conse-

guir un resultado de equivalente de capacidad exigirían en el mismo largo más o menos 600 libras.

#### REALIZACION DEL SEGUNDO OBJETIVO O CONTROL DE MOVIMIENTO DENTRO DE LA ESTACION POR MEDIO DE LA CENTRALIZACION DE LOS CAMBIOS Y SEÑALES.

En los primeros tiempos el sistema empleado para mover los cambios y señales dentro de la estación es tal como lo hayamos en Chile. Después se establece la concentración por medios mecánicos por enclavamiento en las agujas. Por enclavamiento debe entenderse una disposición mecánica que impida mover la señal siempre que el cambio no está puesto a la dirección concordante con ella.

Con el aumento del número de agujas y señales el método antes mencionado se encuentra ineficaz y se piensa en reunir todos los enclavamientos en un puesto central de operaciones. Esto con modificaciones tales como las mejoras de las conexiones de las agujas y las señales y el puesto central y además la detección es decir, el medio de impedir que la señal se baje hasta que el movimiento de agujas se haya respondido, constituye el sistema de señalización mecánica actualmente en uso.

Este sistema está en aprovechamiento general en todo el mundo, donde la capacidad física del elemento humano no ha sido sobrecargado. El método como la transmisión de energía para la operación de agujas y señales bajo el sistema mecánico se ejecuta es por medio de conexiones flexibles y rígidas.

#### *Señales*

La conexión entre la señal y la palanca se hace por alambre flexible de acero soportado en poleas adecuadas, fijas a estacas que se distancian de unos diez metros, la dirección del alambre se cambia como a menudo es obligatorio por medio de poleas de plano horizontal o vertical.

Donde las señales controlan movimientos "a través" de los cambios el alambre en su trayecto a la señal se interrumpe y se conecta a un "detector" con el fin de impedir que se baje la señal hasta que las agujas hayan respondido a la posesión requerida. Esto es sólo necesario para los cambios recorridos marchando hacia la punta o sea cambio de punta.

El alambre continúa su trayecto hasta la señal donde se amarra un contrapeso que acciona el brazo semafórico por barra rígida. Este contrapeso ayuda a mantener el brazo continuamente a peligro por la gravedad.

La forma de la señal depende de su significado según sea una indicación de la condición de varias señales o bien sea una señal de detención, o bien sea una señal de maniobra, o una señal especial como las de movimiento contra dirección o de llamada.

Este control mecánico de agujas y señales se concentra en marco hasta de 250 palancas, y que ocupa hasta diez operadores en la cabina cuando el tráfico es considerable y con distancias hasta la cabina de 300 hasta 400 metros para los cambios y de una milla para las señales. Los resultados son satisfactorios.

### *Cambios*

En la mejor práctica éstos están gobernados por transmisiones rígidas en forma de hierro te, cañería, barra sólida y fierro. Los dos últimos son preferidos en algunos países y la cañería predomina en otro. Su costo inicial y factores de conservación deciden a menudo a favor del tipo U. En cualquiera de los sistemas de transmisión las barras son soportadas en rodillos adecuados siendo los más modernos aquellos donde la fricción se reduce en lo posible, los rodillos se colocan de ordinario en bases de madera, fierro o concreto y a dos metros de distancia. El basamento último es más durable y se le prefiere.

Cuando las barras de transmisión exceden un largo de 15 metros, para evitar efectos de temperatura en expansiones y contracciones se introducen en puntos predeterminados de su trayecto compensadores que mantienen inalterables el largo entre la cabina y el cambio. El cambio de Dirección de estas transmisiones se efectúa por medio de cranks, cigüeñas de ángulos rectos, horizontales o verticales o también rectas con largos variables de brazos según se trate de ganar o perder movimiento.

La amarra al cambio se hace a una barra rígida extendida entre ambas agujas y tan cercana a la punta de ella como los otros mecanismos lo permitan. Como la transmisión corre paralela a los rieles aquí hay que cambiar de dirección por una cigüeña de ángulo recto de la cual una punta se conecta directamente a la barra rígida extendida.

Las transmisiones tiene por objeto mover y enclavar las agujas. El enclavamiento se hace a través de una barra de protección, la cual en forma de fierroplano o ángulo o te está soportada por cigüeñas radiales apernadas a los rieles. La barra de protección normalmente descansa a cierta distancia por debajo del canto superior del riel y suficiente para admitir que las pestañas más altas de las ruedas no la toquen.

Para poder enclavar o desenclavar las agujas se hace forzoso mover la barra de protección por medio de sus cigüeñas radiales según el plano vertical hasta alcanzar la altura del canto de rodado; y si un vehículo va pasando el cambio en ese momento el movimiento es imposible; de ahí el nombre de barra de protección.

A veces se las gobierna por transmisión separada, pero por razones de economía hay sistemas en que el movimiento de las agujas y el enclavamiento de ellas se ejecutan por una sola transmisión. Estos tiene sus desventajas porque las agujas se traban en la dirección de punta o de talón; en donde, si el movimiento se hace en la dirección del talón con las agujas en posición contraria se originan gastos de reparación. Por otro lado si se usa la transmisión separada el gasto de reparación será mucho menor. El criterio económico también suele desaconsejar el caso de transmisiones reunidas en una por razón de que cuando los dos movimientos se hacen en conjunto hay que reducir la distancia hasta donde se pueden manejar por la cabina.

El movimiento de estas barras y alambres toma su origen en palancas guardadas en una cabina especial. Las palancas varían en largo desde al eje de rotación al extremo superior 1.50 hasta 2.10 metros de los cuales 1.00 hasta 1.20 metros sobresalen sobre el piso de la cabina. Hay un agregado en las palancas en su parte inferior dirigido ángulo recto y con largo variable desde 22 hasta 60 centímetros al cual se amarran las transmisiones de las señales y de los cambios respectivamente.

La porción de la palanca situada sobre el piso de la cabina recorre una trayectoria de aproximadamente 45 centímetros al extremo y se fija en la posición normal (señal a peligro) o invertida por medio de un pestillo que encaja en ranuras adaptadas y este pestillo se libera por una manija.

Para evitar los movimientos en conflicto entre señales y cambios y también para asegurar una secuencia en su movimiento las palancas están enclavadas por medio de cerrojos y pestillos que se sitúan en una caja conveniente.

Se llama "marco de enclavamiento" al conjunto de todas las palancas y sus accesorios.

Los marcos son de dos tipos distintos: de enclavamiento directo de la palanca (leverlocking) y de enclavamiento indirecto por medio de la manija (catch handle locking). El primero permite ejercitar al operador todo su esfuerzo muscular del brazo en el enclavamiento y el segundo se opera con un simple apretón de mano, siendo preferido por estas razones. Dentro de estos tipos se encuentran variaciones considerables para cada fabricante.

Los marcos se arman de modo a leerlas de derecha a izquierda, quedando las

palancas de cambio al centro y las de señales a los extremos. Si se elige una numeración para las conveniencias de manejo.

*Manejo por fuerza motriz.*

Donde los movimientos en las cabinas grandes sobrepasan el esfuerzo físico del elemento humano, o donde las distancias entre agujas y cabinas son excesiva para el manejo a mano, se ha recurrido a la señalización por fuerza motriz.

Esta se ha derivado de varias fuentes: hidráulica, gas, aire comprimido y electricidad, o alguna combinación de dos de las anteriores. Sin embargo por razones de simplicidad y economía la energía eléctrica ha obtenido la mayor aprobación y son tan similares en su comportamiento general que sólo se describirá la señalización por energía eléctrica.

En los sistemas modernos el movimiento de señales y agujas se ejecuta por motores eléctricos. Las palancas del marco eléctrico varían de 10 a 25 centímetros de largo con espaciamiento de 5 a 9 centímetros ocasionando una gran economía en espacio de comparación con los espaciamientos de 10 a 15 del marco mecánico. El manejo sólo necesita la fuerza manual necesaria para maniobrar los enclavamientos en miniatura y cambiar los circuitos.

Manejo de cambios.—Comúnmente el número de alambres usados entre las palancas y los puntos de operación son cinco para cada una: uno para posición normal, otro para posición invertida, otro para indicación normal, otro para indicación invertida y un conductor de vuelta.

Al mover una palanca de cambios de la posición normal invertida se pone primero en contacto el alambre de posición invertida con la fuente de energía, interrumpiendo el circuito por de posición normal. La corriente atraviesa el alambre hasta el motor del agua que tiene dos enrollados de campo, uno para cada dirección. Al recibir la corriente el motor se pone en movimiento, impulsa al engranaje y éste por un brazo radial empuja a la aguja a la posición invertida.

Habiéndose terminado el movimiento y con la barra de protección accionada el cambio se enclava. Esto último conmuta a la corriente fuera del motor y por contacto cerrado con el último movimiento de la cerradura la corriente pasa por el alambre de indicación inversa al enclavamiento eléctrico inverso de la cabina; y ahora se permite a la palanca completar su movimiento.

El último movimiento de esta palanca cierra el contacto por medio del cual se selecciona la señal y así se consigue una detección eléctrica.

La fusión de indicación se ejecuta de varios modos, siendo el plan más moderno por medio de relays centrífugos de corriente alterna de alta frecuencia. Queda así inmune contra corrientes continuas o alternas extrañas que podrían afectar a los tipos más ordinarios.

Otro tipo es aquel en que después de ejecutar el motor sus funciones cerrando las agujas continúa girando por su propia inercia, se transforma en generador y produce una fuerza electro-motriz para el relay indicador.

Manejo de señales.—Estas se mueven de una manera semejante a los cambios y converjen a ellas cuatro alambres, dos para el movimiento del motor y dos para la indicación. Al poner la palanca de la señal en posición invertida o pretender bajarla, se deriva una corriente de la misma fuente de energía de los cambios, pero que tiene que pasar por varios contactos en las palancas de los cambios que indica que éstos están en la posición conveniente para que los trenes los recorran de acuerdo con la indicación de las señales (detección).

La corriente pasa entonces a través de un contacto cerrado en la posición invertida de la palanca de la señal hacia el motor de ésta y energiza el embrague que acoge el mecanismo del motor al eje del brazo semafórico y éste se pone a la posición a libre.

Al momento que el brazo ha alcanzado el ángulo deseando la corriente se corta para el motor y se aplica un freno al mecanismo.

Ambas funciones se realizan por un conmutador automático.

Cuando la palanca de la señal vuelve hacia la posición normal la corriente se corta para el embrague y el mecanismo se desacopla del brazo el cual cae por gravedad a la posición de peligro.

Por medio de contactos accionados por el brazo, cierra el circuito de indicaciones al enclavamiento de indicaciones y libera la palanca o la permite volver a posición normal.

El objeto del circuito de indicación es que en caso que la señal deje de volver a la posición de peligro se retiene la palanca de la señal en posición intermedia y entonces el enclavamiento entre la señal y la aguja se mantienen. De ese modo se evita un movimiento en conflicto hasta que las señales es colocada a peligro.

Hay muchos sistemas diferentes, pero los principales han sido descritos en los párrafos anteriores

Por razones de economía, o de obstrucciones, o de falta de espacio se suele hacer una combinación de los dos sistemas, mecánico y eléctrico, en la cual las agujas se mueven manualmente y las señales eléctricamente. Y en otros casos cuando la señal

está tan lejana de la cabina para que no convenga moverla con alambre de transmisión por las dificultades que se originan en contracciones y expansiones térmicas, las señales eléctricas son controladas por medio de contactos especiales de las palancas mecánicas y con baterías.

Cuando un cambio aislado en la vía principal está demasiado alejado para gobernarlo por transmisión mecánica se procuran medios para instalar un motor eléctrico en la aguja, controlado por contactos especiales en la palanca mecánica.

#### APLICACION DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE CENTRALIZAR CAMBIOS Y SEÑALES.

Considerando el sistema de señales requerido por los ferrocarriles de Chile habría que tomar en cuenta la clase y densidad del tráfico, el sistema de frenos, la densidad de los movimientos que se hacen dentro de los límites de la estación y la tasa de los salarios de los operadores.

Respecto de lo primero, clase y densidad del tráfico, decidiría el desgaste físico del operador y esto no se encuentra efectivo sino más allá de 300 movimientos de trenes por día.

La clase del tráfico también decidiría sobre el largo de las estaciones lo que significa más largas transmisiones y por consiguiente trabajo más pesado.

La cuestión de frenos afecta al tipo y espaciamiento de las señales, porque trenes provistos de frenos automáticos necesitarán sólo un porcentaje de las distancias de retardamiento si la velocidad alcanzada fuera próximamente la misma que para trenes frenados a mano. Por consiguiente, las indicaciones de la condición de la estación y del block siguiente necesitarán ser dadas a los últimos trenes mucho antes que a los trenes con freno automático y estando las señales emplazadas a distancias mayores va a ser preciso introducir con mucha probabilidad señales eléctricas para la más alejadas de la cabina.

Los movimientos hechos dentro de la estación afectarán a la cuestión señales con referencia al gran número de cambio y señales de maniobra y a la influencia de estos movimientos sobre los trenes que corren en los blocks adyacentes a la estación. Debe cuidarse que estos movimientos se hagan con seguridad y a ún con cierta flexibilidad para no perturbar la velocidad media de los trenes en los blocks adyacentes de modo que sea posible el mayor número de movimientos paralelos.

La tasa de los salarios afecta a la cuestión señales cuando por razón de largo de la estación con un sistema de terminado se necesitan dos cabinas. Entonces la comparación de los salarios del personal para la cabina suplementaria con el interés

de un mayor costo de instalación para un sistema que requiera una sola cabina tiene importancia. La elección aquí alterna en dos sistemas fundamentales, mecánico manual y con fuerza motriz, o una combinación de los dos.

Al proyectar una señalización de una estación con movimiento de maniobras, trenes que paran y trenes de velocidad que la atraviesan, las siguientes indicaciones son necesarias:

1.° Señales para movimientos de maniobras al objeto de enclavarlas con las de vía principal para la protección de ambas.

2.° También habrá que indicar a los trenes con señales de tipo definido si el movimiento fué solo de maniobra o si debe continuar con la salida al block.

3.° Señales de dirección al entrar a la estación para indicar a los trenes si pueden seguir y en qué dirección.

4.° Señales para proteger los movimientos de las maniobras de los trenes que se hacen en la vía principal.

5.° Una indicación para los trenes a velocidad de que entre los límites de la estación y en la sección a vanguardia la vía está libre para su marcha.

La importancia de la última señal es quizá mayor que cualquiera otra porque esta indicación se dará a dos o tres kilómetros antes de llegar a la estación y se referirá a un espacio de unos diez kilómetros más allá.

Esta indicación se apreciará sobre todo para los trenes frenados a mano en que una indicación de moderar marcha significa una pérdida enorme de tiempo.

Todas estas funciones pueden realizarse con el tipo mecánico de señales a un costo aproximado medio de treinta libras por palanca mientras que facilidades semejantes dadas con señalización eléctrica lo aumentaría a más o menos 200 libras por palanca.

En el mantenimiento de los dos tipos de sistemas es también un problema obtener para el más complicado, personal ferroviario entendido en cuestiones eléctricas por otro lado, estando el sistema mecánico prácticamente todo en la superficie no será difícil encontrar operarios con alguna preparación capaces para mantenerlo.

Aún más, con el mecánico las reparaciones y piezas de repuestos pueden hacerse fácilmente en los talleres del ferrocarril, mientras que con los sistemas eléctricos más complicados sería preciso tener muchos aparatos de repuestos en stock y muchas reparaciones deberían hacerse fuera del país.