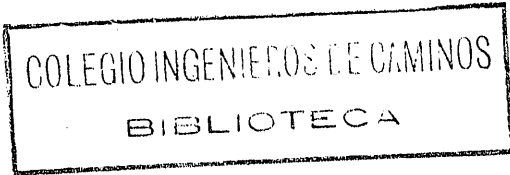


Automatismos en las estaciones ferroviarias de clasificación^(*)



Por JOSE MANUEL GARCIA DIAZ DE VILLEGAS

Profesor Adjunto Numerario.

E. T. S. de Ingenieros de Caminos, C. y P. de Santander.

Las estaciones de clasificación desempeñan un importante papel en el tráfico ferroviario de mercancías. La complejidad del proceso de clasificación en estas instalaciones es grande, por lo que se impone la automatización, sobre cuyo fundamento y aplicación práctica trata el artículo.

1. INTRODUCCION

Las estaciones de clasificación representaron desde los primeros momentos una imperiosa necesidad en los ferrocarriles, desde que alcanzaron la importancia suficiente para que no resultase aconsejable cargar un vagón en un punto determinado y transportarlo hasta su destino sin cambiar de tren.

Salvo los vagones que forman trenes directos, el resto tienen procedencias y destinos muy diversos, por lo que necesitan un correcto encaminamiento en las estaciones de clasificación.

La función de una estación de clasificación es, pues:

- Recibir vagones procedentes de otra clasificación o llegadas de estaciones de su zona por los trenes colectores.
- Clasificar estos vagones para formar otros trenes encargados de distribuirlos en las estaciones destinatarias.

Por ello, una estación de clasificación clásica, tiene las instalaciones siguientes, que vamos a enumerar muy brevemente:

Un haz de llegadas.—Donde son recibidos, revisados por el Servicio de Material Móvil por si existe alguna anomalía que afecte a la seguridad. Se **desenganchan** y se establece el plan de clasificación.

Un haz de clasificación.—Unido directamente al precedente por un «lomo de asno». Los vagones que estaban en el haz de llegadas son empujados por una locomotora de maniobra, remontan el lomo de asno y descienden por gravedad sobre la vía que le corresponde según su destino.

(*) Se admiten comentarios sobre el presente artículo, que pueden remitirse a la Redacción de esta Revista, hasta el 31 de enero de 1980.

Un haz de salidas.—A continuación del de clasificación donde se preparan los trenes para su expedición.

Podía existir un haz de formación, pero, en general, no existe. El conjunto de instalaciones de una clasificación importante puede extenderse en más de 5 kilómetros, cubrir más de 100 hectáreas. Ello permite clasificar más de 4.000 vagones por día, es decir, unos 90 trenes de mercancías.

El rendimiento de la estación de clasificación viene dado en gran parte por el ritmo de vagones por minuto que bajan por el lomo de asno. Es, pues, en particular, sobre las instalaciones del lomo de asno y sobre el principio del haz de clasificación que deben concentrarse los esfuerzos de modernización de una estación de clasificación.

2. ELEMENTOS ESENCIALES EN LA CLASIFICACION

2.1. La elección de los itinerarios que deben seguir los sucesivos vagones para llegar a su vía destino.

El problema tiene dos partes, supuesto un haz de clasificación de 48 vías, primero hay que determinar a qué vía va cada vagón que pasa por la cabeza de asno y luego conseguirlo.

2.1.1. Elección de la vía o establecimiento del plan de clasificación. Se recibe en la estación de clasificación previamente a la recepción en el haz de llegadas de un tren la lista de los vagones que componen el tren, por tanto, se conoce de ellos una serie de datos, entre ellos estación de destino, carga y número (en toda Europa los vagones han sido marcados con doce cifras según un criterio patrocinado por la U.I.C.).

Así mismo se recibe la información de todos los trenes que se aproximan a la estación de clasificación.

Con estos datos se establece el plan de clasificación por el cual se asigna a cada vagón una vía del haz. En las estaciones de clasificación antiguas un agente con tiza marcaba cada vagón con el número de la vía a que debía encaminarse y el agente al mando de las agujas a la vista del mismo a su paso o por comunicación telefónica de un agente situado en el lomo de asno, realizaba el itinerario.

Hoy puede realizarse esta lectura automáticamente, si la numeración del vagón, las doce cifras antes citadas, están representadas por un dispositivo electromagnético que llevará cada vagón que será leído por otro dispositivo transmisor-receptor situado al lado de la vía al principio de la clasificación y reproducido a distancia, por ejemplo, por cinta perforada.

En una moderna estación de clasificación, mediante la utilización de ordenadores, es posible procesar toda la información descrita anteriormente y establecer automáticamente los programas maniobras de clasificación, orden de los trenes en su clasificación, dar cualquier información sobre el movimiento de las mercancías que se clasifican o cualquier otro informe de este tipo y finalmente el plan de clasificación propiamente dicho, es decir, la elección del itinerario que debe seguir cada vagón o vía de destino.

2.1.2. Mando de las agujas.—Conocido por el agente que maniobra las agujas de la vía a que debe ser dirigido el vagón que está cayendo por el lomo de asno mediante el manejo de las mismas consigue realizar el itinerario debido.

En nuestro ejemplo de un haz de clasificación de 48 vías, 47 agujas se escalonan entre la cima de la clasificación y las vías sobre las que se reparan los vagones. El ritmo de los vagones al descender del lomo de asno condiciona el rendimiento de la clasificación, que en las modernas debe ser al menos de seis vagones por minuto.

Como cada vagón en su recorrido toma cinco agujas de punta, es necesario, por tanto, que por minuto sean verificadas las posiciones de 30 agujas y algunas modificaciones para realizar los itinerarios que deben seguir los vagones.

Tal resultado no puede ser obtenido más que por el mando automático de las agujas. Desde el momento que se quiera pasar de un ritmo de cuatro vagones por minuto, el mando individual de las agujas ya no es factible.

Primeramente se realizó con ayuda de un simulador electromecánico concebido por el ingeniero de la SCNF, M. Robert Levi, llamado usualmente «combinador de bolas». En él una pequeña esfera metálica desciende por unos tubos verticales, habiendo tantos tubos como vías. Al paso de cada vagón, un agente apoyando un botón libera una bola en el tubo correspondiente a la vía de destino. Esta

bola, representa al vagón, va descendiendo en su tubo vertical, produciendo a su paso los contactos eléctricos que mandan los motores de las agujas. Pero la bola no cae libremente, desciende de piso en piso, retenida y luego liberada por barras ranuradas y pequeñas cunas (una serie de dispositivos que hacen función de trampillas).

La ocupación de un circuito de vía por un eje del vagón, abre los retenes, libera la bola y acciona la aguja siguiente. Existe, pues, reciprocidad: es el vagón que por circuitos de vía permite a la bola descender por su tubo y es la bola que manda las agujas justo cuando llega el vagón. Un dispositivo especial asegura la salida de la bola que corresponde a un vagón desviado cuando dos vagones destinados a vías diferentes se juntan en la cabeza del haz y siguen el mismo camino, puesto que la bola correspondiente al segundo vagón no bajará de su piso hasta que la aguja primera quede liberada.

Estos puestos a bolas son robustos, el primero fue puesto en servicio hace muchos años y solamente en Francia hay unas 30 estaciones de clasificación así dotadas.

Posteriormente los progresos de la electrónica han permitido la creación de un simulador enteramente estático donde los vagones son materializados por impulsos de corriente, además ya no recibe las instrucciones de destino por medio de la presión de un botón por un agente, sino por una banda perforada que representa la composición y destino de cada vagón del tren a clasificar, de la que hemos hablado en el punto anterior.

2.2. Regulación de la velocidad de los vagones que descienden por gravedad por el lomo de asno hacia las vías de clasificación.

2.2.1. Objetivo.—Ello tiene un fin doble que se presenta en dos lugares diferentes de la clasificación, además que en caso de incidente es evidentemente interesante bloquear un corte.

2.2.1.1. Evitar los choques del vagón que llega sobre los que ya están estacionados. No se admite que la velocidad del contacto sea superior a 1,5 metros por segundo, para que no se dañe la mercancía transportada ni el propio vagón.

2.2.1.2. Asegurar que los vagones descienden suficientemente espaciados para que se pueda realizar el movimiento de agujas. Hemos visto antes que una aguja no se mueve mientras se detecte ocupación por el circuito de vía, es decir, se evitan los descarrilamientos, pero no los vagones mal encaminados que se producen cuando un vagón B por bajar más rápido que su precedente A no ha permitido al A liberar el circuito de vía.

Pues si bien todos los vagones llegan a la misma velocidad a la cima del lomo de asno, que es

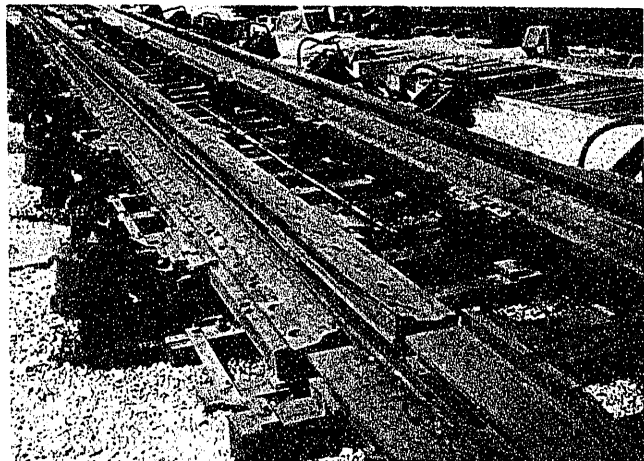


Figura 1.

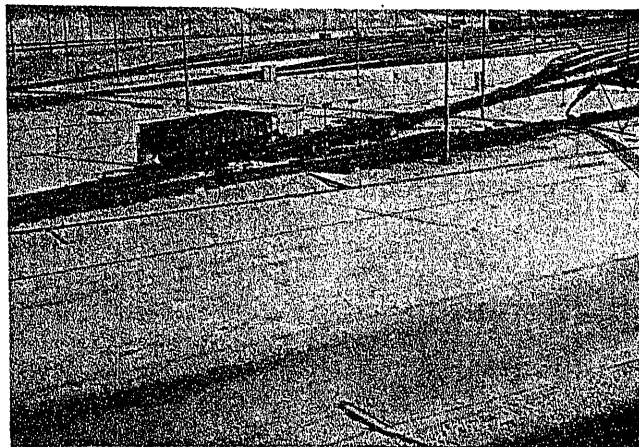


Figura 2.

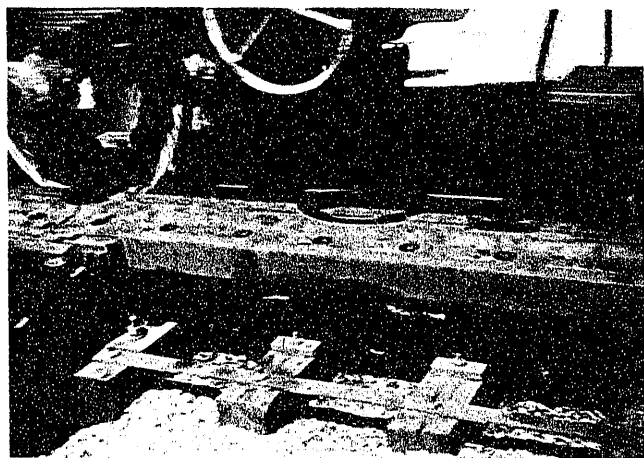


Figura 3.



Figura 4.

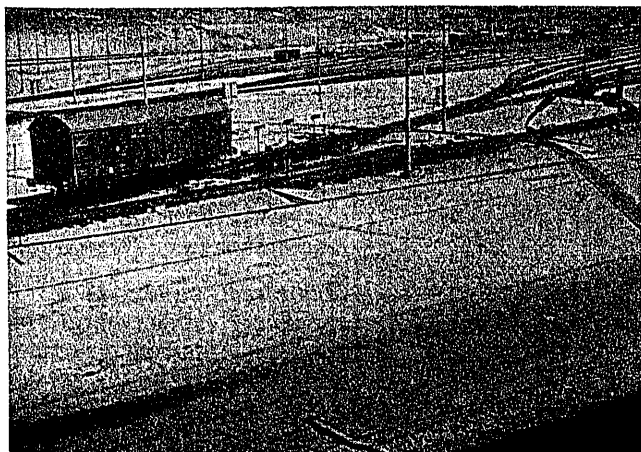


Figura 5.

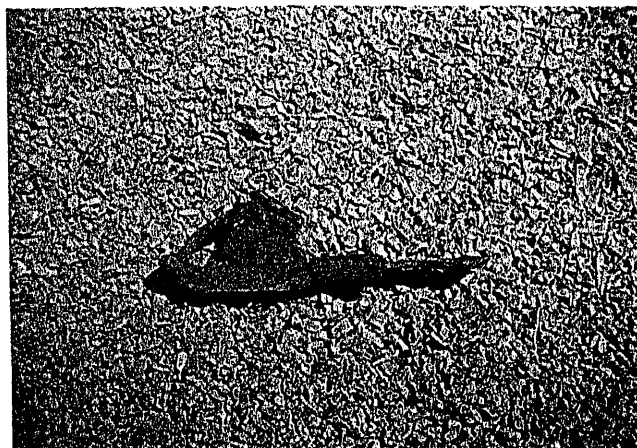


Figura 6.

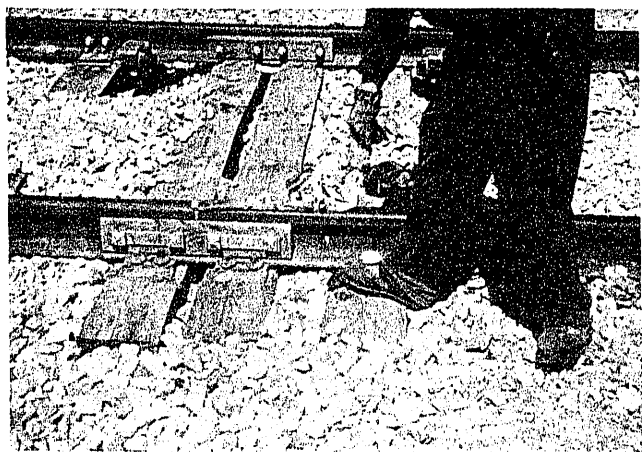


Figura 7.



Figura 8.



Figura 9.



Figura 10.

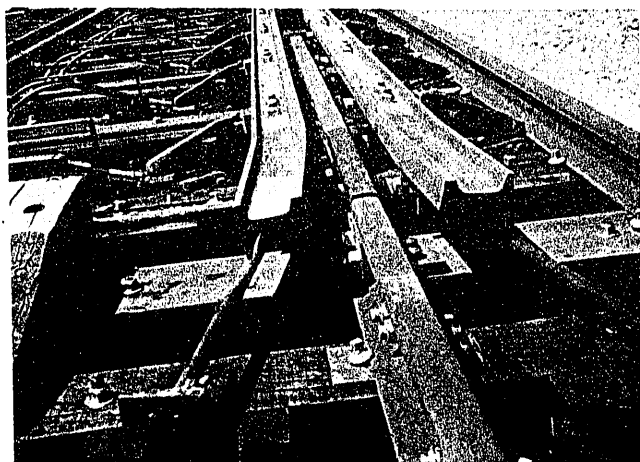


Figura 11.

la de la locomotora que los empuja, no todos bajan a la misma velocidad, pues depende de su peso y a las resistencias que se oponen a su movimiento es decir, resistencia a la rodadura de las ruedas sobre los carriles, resistencia debida al rozamiento de las manguetas de los ejes en las cajas de grasa sean de cojinetes o de rodillos, resistencias debidas al rozamiento de las pestañas contra el carril o de las llantas contra los contracarriles de los aparatos de vía y finalmente y en esta exposición resumida, resistencia debida al viento. Ello motiva que los vagones tomen velocidades diferentes en su descenso pudiendo llegar éstas a siete u ocho metros por segundo.

2.2.2. Forma de realizarlo.

2.2.2.1. Freno de mano.

Para conseguir esta regulación de velocidad antiguamente se realizaba empleando el freno de mano de los vagones, lo cual suponía el grave inconveniente de necesitar que se subiese a cada vagón un agente por lo que el sistema es de costo prohibitivo además de dudosa eficacia.

2.2.2.2. Calceros.

Un progreso supuso la utilización de los calces mediante unos agentes llamados calceros. Este trabajo es especialmente peligroso, sobre todo en la zona de las agujas donde la velocidad es importante.

Es por ello que desde hace ya muchos años (1930) se ha mecanizado el frenado en esta zona.

2.2.2.3. Frenos de vía con mando a distancia.

Multitud de sistemas fruto de la imaginación de los constructores han aparecido para permitir el frenado de los vagones en movimiento. Entre otros tipos se han realizado: frenos de mordazas, de cilindros retardadores, electromagnéticos, con carritos o pedales retardadores, etc.

El primer sistema ha sido muy extendido, es decir, el del freno por mordazas de acero que dispuestas a un lado y al otro del carril, aprietan la rueda por su llanta. Es decir, son unos largueros paralelos al carril y algo más altos que éste, que se mueven hacia dentro, oprimiendo las ruedas para producir un retardo por frotamiento. También se llaman de cascanueces.

El problema planteado no es simple, pues como la rueda avanza sobre el carril y en la zona de contacto la llanta no tiene velocidad con respecto al carril, el frenado es difícil y se necesitan esfuerzos importantes. Por otro lado, un frenado excesivo puede hacer descarrilar a los vagones poco cargados, por lo que es preciso poder regular este esfuerzo. Diversos sistemas se han puesto a punto

que dan plena satisfacción su eficacia es del orden de una absorción de 0,15 metros de altura de lomo de asno por metro lineal de aplicación del freno.

El esfuerzo de frenado se realiza sea por la presión de un líquido regulado a distancia por electroválvulas, sea utilizando el propio peso del vagón merced a un sistema de palancas.

2.2.2.3.1. Situación de los frenos de vía.

Están dispuestos en cabeza de cada haz de ocho vías o en algunas instalaciones modernas de cuatro vías, no se ponen en todas las vías por su precio, que es alto, si bien las modernas técnicas de construcción, soldadura, han permitido reducir su coste.

2.2.2.3.2. Control de los frenos de vía.

El mando es a distancia desde una cabina que tiene perfecta visibilidad sobre la zona del lomo de asno y sobre los frenos de la vía. Si el mando de los frenos es manual el agente responsable, merced a una gran experiencia, valora la calidad del vagón en cuanto a su «rodabilidad», conoce su peso y la vía a donde debe ir y, por tanto, la distancia que debe recorrer, por lo que aplica los frenos con la intensidad apropiada. Pero evidentemente sean cuales fueran la habilidad y experiencia del agente, no le es posible evitar errores de apreciación. El exceso de freno acarrea paradas prematuras (además de la posible falta de espaciamiento) y por consiguiente la necesidad de empujar de nuevo al vagón, por contra las insuficiencias de frenado tienen por consecuencia una velocidad muy grande, lo que ocasiona choques importantes entre los vagones al estacionarse y las consiguientes averías en la mercancía que transporta. Para asegurar el espaciamiento, que líneas anteriores hemos citado, es necesario, o bien frenar en exceso los vagones buenos rodadores o frenar poco los malos. Esta última solución es la preferible para el rendimiento de la clasificación, pero necesita de una segunda zona de frenado para evitar los choques antes citados. Seguiremos tratando de ello en el punto 2.2.3. Todas estas valoraciones que se dejan a la percepción, interpretación y resolución del agente con el estado actual de la técnica parece evidentemente que podrían ser medidas con los aparatos apropiados y realizar un automatismo que frene de forma el vagón que a su salida de los frenos tenga una velocidad que le permita recorrer todo el camino hasta el vagón precedente estacionado en su vía y con choque no violento.

Esto no es posible porque desde los frenos de vía hasta la alineación recta de las vías de estacionamiento, el vagón pasa por varias agujas y tramos de vía en curva. Zonas en que la resistencia a la rodadura es variable, incluso para un mismo vagón que pasara dos veces. Ello es debido al ángulo

de ataque de las ruedas que varía de una manera no previsible y que no analizaremos aquí.

2.2.3. Segunda zona de frenado.

Una vez el vagón en la alineación recta de su vía de clasificación ya es posible calcular su distancia de parada y por tanto para disminuirla aplicarle un esfuerzo de frenado, esto se puede hacer por calceros o por frenos de vía.

2.2.3.1. Por calceros.

Esta es la situación actual de la mayor parte de estaciones de clasificación, las llamadas de sistema clásico, frenos de vía en cabeza del haz y calceros en las vías de clasificación, incluso nuestra más importante estación de clasificación, Vicálvaro, es así en estos momentos (junio de 1979).

Ya hemos comentado anteriormente la peligrosidad de este oficio, además no es un trabajo cualificado, por tanto no bien retribuido y en una situación de pleno empleo, años sesenta, de difícil reclutamiento de personal, asimismo exige una gran atención, habilidad y diligencia para poner el calce en el sitio debido de forma que haya contacto entre vagones pero sin violencia, lo que no siempre consiguen. No olvidemos que el ritmo es superior a seis vagones por minuto.

2.2.3.2. Frenos de vía.

Con el objeto básico de eliminar los calceros y con el subsidiario de eliminar los inconvenientes citados, algunas administraciones ferroviarias han estudiado la instalación de un segundo nivel de frenos de vía instalados estos en la zona de la alineación recta para evitar el problema apuntado al final del epígrafe, 2.2.2.3.2., si bien ello tiene evidentemente el inconveniente de acortar, en las estaciones de clasificación ya construidas, la longitud útil del haz de vías. Estos frenos podrían ser de mando manual pero históricamente su adopción coincidió con el deseo de automatizar en todo lo posible las estaciones de clasificación, dejando solamente al cometido del hombre la operación de enganche y desenganche de los vagones mientras que no se adopte, en Europa, el enganche automático.

Esta concepción de segundo nivel de frenos de vía y automatización de las estaciones de clasificación, ha sido desarrollada por los ferrocarriles franceses, dando lugar al Sistema «tir au but», es semejante a los métodos utilizados en USA y URSS pero diferente a la adoptada por otros países europeos que en vez de actuar sobre los vagones solamente en dos puntos de su recorrido, lo hacen de una forma continua a lo largo del trayecto por diversos dispositivos de frenado y arrastre (Sistema Dowty). La más importante realización fran-

cesa con el sistema «tir au but», es la estación de clasificación de Villeneuve-Saint Georges y al ser la solución adoptada por los ferrocarriles españoles para su mayor estación de clasificación, Vicálvaro, justifica que sea este el sistema de automatización de estaciones de clasificación, que desarrollamos a continuación.

3. SISTEMA «TIR AU BUT»

Esta expresión se traduce por «tiro al blanco» y es adecuada esta denominación, porque como en el tiro al blanco se trata de acertar el mayor número de veces posible, pero esto en artillería se estudia que es un proceso estadístico, aquí análogamente, con este sistema de clasificación no se tiene la certeza de regular perfectamente la marcha de un vagón pero sí un número de veces suficientemente alto de forma que la relación calidad/precio sea satisfactorio.

3.1. Objetivos del sistema.

Son los siguientes:

- Obtener una velocidad de choque apropiada, es decir, inferior a 1,5 metros por segundo.
- Rellenar las vías de clasificación homogéneamente, tope con tope.
- Obtener una descomposición en las mejores condiciones de regularidad y cadencia.

3.2. Principio de funcionamiento.

El principio de funcionamiento es la actuación sobre los vagones en sólo dos puntos del recorrido, por medio de dos etapas de frenos de vía:

- Frenos principales, dispuestos como en las estaciones de clasificación clásicas, destinados a asegurar un espaciamiento correcto de los vagones y regularizar su velocidad de llegada a la entrada de las vías de clasificación.
- Frenos secundarios, en cabeza de las vías de clasificación, destinados a enviar los vagones al contacto con los vagones ya parados, a una velocidad suficientemente baja, teniendo en cuenta sus características de rodadura y la distancia a recorrer.

3.3. Realización del sistema.

El sistema se basa en un ordenador o microprocesador central que recibe, a través de detectores, toda la información relativa a cada vagón o grupo de vagones: vía de destino, número de ejes, peso

AUTOMATISMOS EN LAS ESTACIONES FERROVIARIAS

por eje, velocidades en los diferentes puntos del recorrido y distancia a recorrer desde la salida de frenos secundarios. El ordenador trata toda esta información y suministra las órdenes necesarias para regular convenientemente la acción de los frenos.

3.4. Esquema de funcionamiento.

En la figura se presenta el esquema de funcionamiento del sistema.

Como hemos dicho antes el freno primario tiene como misión garantizar que no se produzcan alcances en la zona de recorrido común de los cortes, consiguiendo a la vez una cadencia de descomposición elevada.

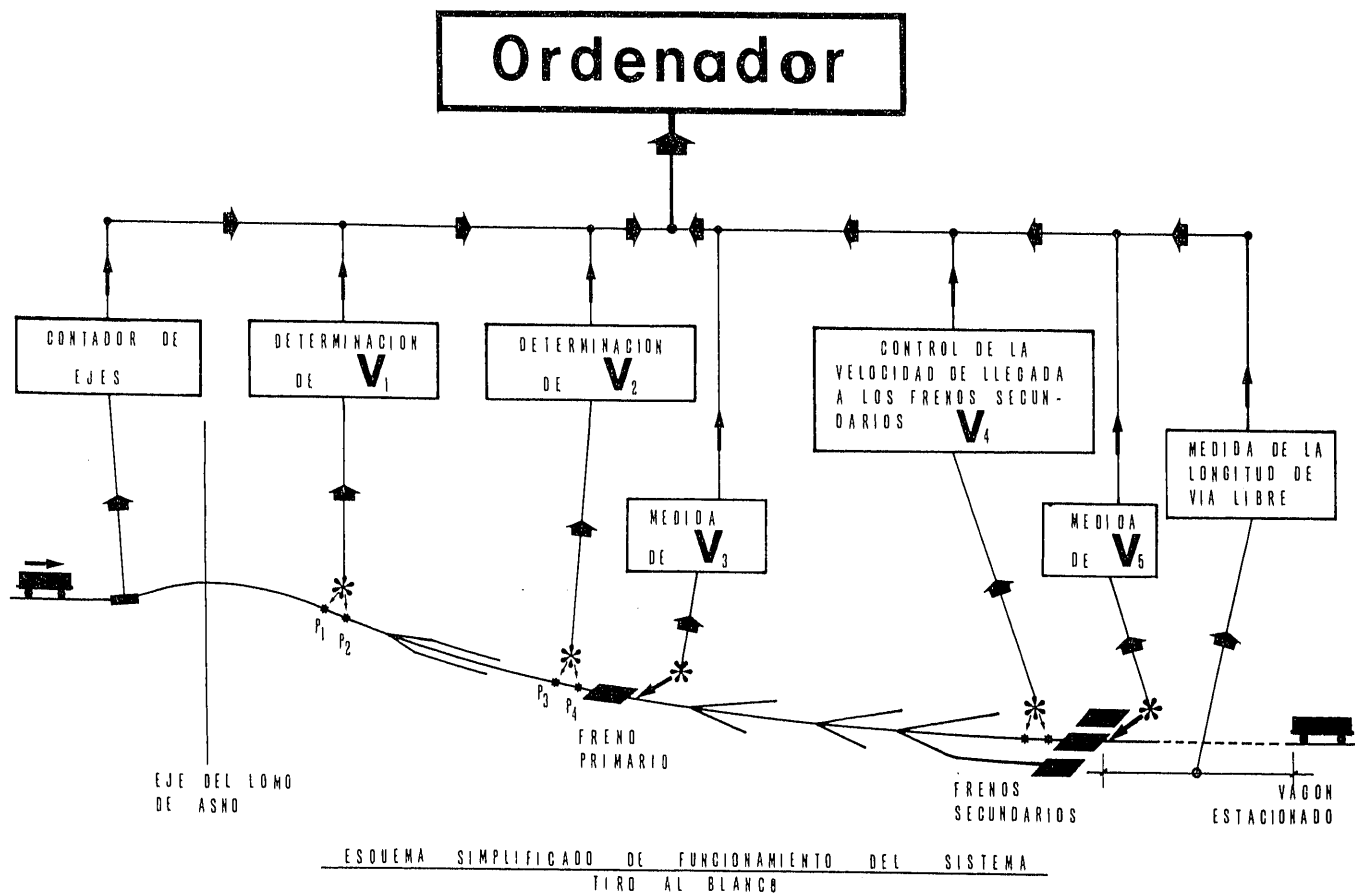
Para una cadencia máxima de ocho vagones por minuto, y en estaciones de clasificación con diseño del haz de vías clásico, la experiencia nos indica que el espaciamiento será correcto si los cortes de los vagones llegan al freno secundario con velocidades entre cuatro y cinco y medio metros por segundo, este abanico de velocidades es debido a las diferentes rodabilidades de los cortes y a la longitud libre existente en la vía a la que va destinado.

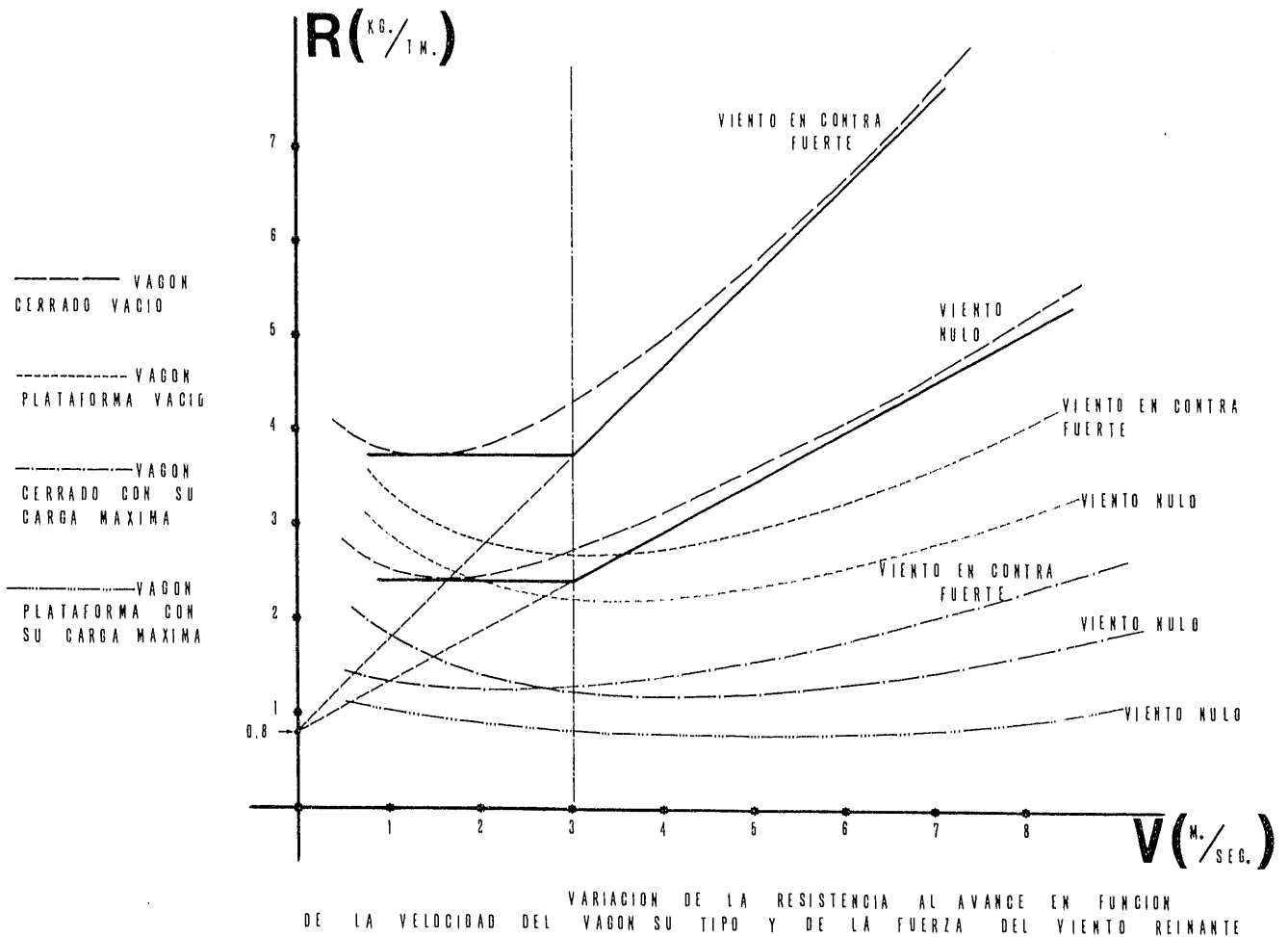
De los vehículos se mide, en dos puntos situados antes de los frenos principales, su velocidad V_1 y V_2 y a partir de ellas su rodabilidad, como luego veremos. Conocido el valor o índice de rodabilidad y la longitud libre que el último vagón parado ha dejado en la vía correspondiente, valor que se conoce por un circuito de vía u otro sistema, se selecciona la velocidad V_4 con que queremos que llegue el vagón al freno secundario.

Escogida esta velocidad V_4 y conocidas V_1 y V_2 nos queda por determinar V_3 que es la velocidad con que queremos que salga el vagón de los frenos primarios para que a la llegada a los secundarios lo haga con V_4 . Es evidente que esta V_3 será función de: a) V_1 y V_2 que nos dan las características de rodabilidad del vagón, b) de unos parámetros K_1 y K_2 correspondientes a cada vía de la clasificación y que dependerán de las agujas, curvas, nivelación, etc., de cada itinerario y del viento.

Experimentalmente se ha determinado que las velocidades antedichas están relacionadas por una función lineal de la forma:

$$K_1 (V_2^2 - V_1^2) + K_2 \left(\frac{V_3^2 - V_1^2}{V_3} \right) = 1$$





Aquí es conocido V_1 y V_2 puesto que lo hemos medido; K_1 y K_2 pues conocemos el itinerario y la dirección y fuerza del viento que medimos; V_4 por que la hemos prefijado, luego V_3 es obtenible, valor que nos calcula el ordenador.

Conocida por el ordenador esta V_3 , determina la velocidad del vagón que está pasando por los frenos primarios de forma continua con el auxilio de un radar, regula la acción de estos frenos de forma que no actúen, que liberen el vagón cuando éste baja a la velocidad V_3 .

Análogamente el ordenador calcula V_5 que es la velocidad que debe tener el vagón a la salida de los frenos secundarios, para que su fuerza viva sea capaz de vencer las resistencias que se oponen a su movimiento y tome contacto con el anterior vagón parado, con una velocidad inferior a 1,5 metros por segundo. Como no es un sistema de eficacia total, se puede prefijar la velocidad de contacto con un valor mínimo de 0,5 metros por segundo para obtener unos resultados mejores. Las resistencias que se oponen al movimiento después de medir V_5 son sólo las de avance, puesto que ya estamos en alineación recta y la longitud

de vía libre la obtiene el ordenador por medio de un circuito de vía u otro sistema.

3.5. Descripción de los diferentes dispositivos utilizados.

3.5.1. Medida de las velocidades V_1 y V_2 .

Las velocidades V_1 y V_2 se determinan, respectivamente sobre las bases de medida P_1 - P_2 y P_3 - P_4 . Entre cada base que forma pareja hay una distancia, por ejemplo, cinco metros, que dividida por el tiempo que tarda el primer eje del vagón en pasar por cada una de estas bases nos da la velocidad solicitada, siendo los tiempos medidos por el microprocesador, que proporciona no este valor, sino V_1 y V_2 .

Estas bases deben medir con gran precisión, puesto que la distancia entre ellas es sólo de algunos metros, la diferencia de tiempos es muy pequeña. Es, pues, indispensable determinar el paso del eje con una gran precisión.

Pueden ser estas bases unos pedales electromagnéticos sin contactos (Saxby) que funcionan

AUTOMATISMOS EN LAS ESTACIONES FERROVIARIAS

de la siguiente forma: el pedal está constituido por un enrollamiento atravesado por el flujo magnético producido por un imán centrado. Cuando se aproxima la pestaña de una rueda, el flujo aumenta, pasa por un máximo cuando el eje de la rueda coincide con el eje del imán y decrece a continuación al alejarse la rueda. Esta variación del flujo incide a través de la bobina una corriente que se anula y cambia de sentido cuando el eje de la rueda pasa por el eje de la bobina.

Este cambio de sentido es extremadamente preciso. Un conjunto electrónico asociado (amplificador, ajuste, etc.) trata esta corriente y proporciona una señal precisa del paso del eje. Evidentemente hay además circuitos complementarios que eliminan las corrientes parásitas que pudieran ser generadas por ejemplo por variación de la corriente de retorno que circula por los carriles.

3.5.2. Determinación del índice de rodabilidad.

Ensayos llevados a cabo con un gran número de vagones ha permitido obtener estadísticamente unas curvas que nos dan la variación de la resistencia al avance, en función de la velocidad del vagón, su tipo y de la fuerza del viento reinante.

Estas curvas para velocidades inferiores a tres metros por segundo pueden ser asimiladas a rectas horizontales y para velocidades superiores a un haz de rectas convergentes que pasen por el punto $V = 0, R = 0,8$.

Tenemos por tanto que, en función de la velocidad la variación de la resistencia al avance será:

$$\text{Para } V < 3 \text{ m/seg.} \quad R = 3 I_r + b = \text{Cte.}$$

$$\text{Para } V > 3 \text{ m/seg.} \quad R = I_r V + b$$

siendo R , resistencia a la rodadura; I_r , índice de rodabilidad del vagón (valor de la pendiente de la recta), y b , un coeficiente, hallado experimentalmente de valor igual a 0,8.

Por otro lado, sabemos que en alineación recta un vehículo que desciende por una rampa está sometido a las siguientes fuerzas:

i Kg/Tm, siendo i el % de la rampa.

R Kg/Tm, siendo R la resistencia al avance.

$\frac{a}{g'}$ Kg/Tm, siendo « a » la aceleración del vagón

y g' la de la gravedad, corregida por el efecto de las masas que giran (9 m/seg²).

$$i - R = \frac{a}{g'}$$

La aceleración a , se obtiene conociendo V_1 y V_2 , que los hemos obtenido sobre las bases P1-P2 y P3-P4, su diferencia dividida por el tiempo empleado por el vagón en recorrer las distancias P1, P3 nos da la aceleración:

$$a = \frac{V_2 - V_1}{TH_3 - TH_1}$$

De donde:

$$i - R = \frac{1}{g'} \cdot \frac{V_2 - V_1}{TH_3 - TH_1}$$

Sustituyendo en $R = I_r \cdot V + b$

y llamando D a la distancia que separa P1 de P3, con lo que tendríamos la velocidad media V :

$$V = \frac{D}{TH_3 - TH_1} \text{ quedaría finalmente:}$$

$$I_r = \frac{R}{V} - \frac{b}{V} = \left(i - \frac{1}{g'} \cdot \frac{V_2 - V_1}{TH_3 - TH_1} \right) \cdot \frac{TH_3 - TH_1}{D} - \frac{TH_3 - TH_1}{D} \cdot 0,8$$

que operando da:

$$I_r = (TH_3 - TH_1) \cdot \frac{i - 0,8}{D} - \frac{V_2 - V_1}{g' D}$$

Donde i , D y g' son datos conocidos y fijos y TH_1 , TH_3 , V_1 y V_2 son medidos para cada vagón.

3.5.3. Medida de ocupación de las vías.

Puede realizarse por diferentes procedimientos. Uno de ellos mide la longitud de vía disponible determinando la impedancia de la vía en el circuito que se forma merced al primer eje que cortocircuita los dos carriles. En equipo electrónico permite establecer la diferencia entre un vagón que rueda y un vagón parado. Este equipo electrónico proporciona la información de la distancia libre por un lado al microprocesador de automatización de la estación de clasificación y por otro a un sistema de visualización destinado a los controladores. La precisión en la medida es del orden de 20 metros, lo que es ampliamente suficiente para el sistema del tiro al blanco.

Otro sistema es la utilización de un aparato de radar Doppler. Aparato que también sirve para determinar de una forma continua la velocidad de un vagón al paso por los frenos de vía con lo que al

llegar ésta a un valor predeterminado, el ordenador acciona el mecanismo de afloje de los frenos.

3.6. Resumen.

Como hemos dicho anteriormente este sistema de «tiro al blanco» no tiene una eficacia completa, pues algún vagón choca con el precedente con velocidad superior a 1,5 metros por segundo o principalmente no llega a haber contacto, pero la relación calidad/precio de este sistema de automatización es muy favorable.

No obstante debemos de considerar que si el número de vagones a clasificar aumentase de una forma importante, podría suceder que no fuera posible encontrar el tiempo necesario, por pequeño que sea, para que las locomotoras de maniobras procedieran a unir los cortes que han quedado separados entre sí, por el doble motivo de acercar los vagones para permitir su enganche y liberar porción de vía útil que ya hemos reducido al colocar los frenos secundarios en las alineaciones rectas.

Se ha pensado en soluciones como es dar una mayor pendiente al lomo de asno, superior a las admitidas en las clasificaciones de tiro al blanco y utilizar en contrapartida elementos retardadores en número importante en la estación de clasificación, absorbiendo cada uno de ellos algo de la energía sobrante, realizaciones costosas que se han instalado en otros países. Otros por contra lo que instalan son sistemas propulsores para mantener a velocidades vecinas a las de choque 1,5 metros por segundo, el vagón mal rodador durante todo su desplazamiento como hacen los ferrocarriles suizos. Pero estas situaciones no son previsibles de momento para España, por lo que entendemos que la aplicación del sistema del tiro al blanco es, con nuestra actual perspectiva, la adecuada.

4. OTROS AUTOMATISMOS EN ESTACIONES DE CLASIFICACION

En la búsqueda incesante de aumentar el rendimiento de estaciones de clasificación y disminuir sus costes de explotación diversos sistemas complementarios de los antes descritos, se han puesto en servicio o se estudia sobre ellos, así:

4.1. Dispositivos de arrastre.

En la estación de clasificación Seelze de la DB y entre otras, con el fin de evitar las pérdidas de tiempo que supone la necesidad de empujar los vagones que se han detenido a distancias entre sí superior a la del enganche, se han dispuesto unos carritos de arrastre montados sobre un cable sin fin, patente Hauhincó, que están provistos de un

brazo retráctil que se apoya sobre las pestañas de las ruedas. Este cable se desplaza por el interior de la vía a cada lado de los carriles. Un sistema de arrastre impone al carrito de un movimiento de vaivén. Las vías de clasificación tienen una pendiente del orden de cinco milésimas y estos carritos se instalan sobre una longitud del orden de 350 metros. Cada uno de ellos actúa en un tramo de vía que le es asignado del orden de 35 metros. Los vagones son transportados de forma continua de un tramo de vía al siguiente, allí lo empuja otro carrito y así hasta su contacto con el precedente. Esto es posible con cualquier grupo de vagones de no importa qué longitud, mientras el corte no exceda de unas 200 Tm.

El ordenador de la clasificación dirige el dispositivo de mando de arrastre de estos carritos, teniendo en cuenta el movimiento de los vagones y conociendo los tramos de vía que están libres.

4.2. Mando de la locomotora de maniobra que empuja los vagones al lomo de asno.

A partir de los datos de la lista de vagones del plan de clasificación, la velocidad de la locomotora es programable, teniendo en cuenta la longitud de los cortes y del punto de separación de cortes sucesivos por tomar itinerarios diferentes, de manera que la cadencia del lomo de asno sea lo más alta posible.

4.3. Relaciones ante perturbaciones o irregularidades.

Una estación de clasificación totalmente automatizada y regulada por ordenador, debe ser capaz de automáticamente hacer frente a perturbaciones o irregularidades que se presenten.

Las operaciones de desarrollo rápido en el calculador del proceso son numerosísimas y además relacionadas entre sí. Si se quisiese seguir el desarrollo de un proceso por ejemplo con un sistema de señales ópticas, el observador al querer mentalmente seguir el proceso que efectúa al ordenador se vería ampliamente sobrepasado en su capacidad mental.

Decimos esto porque si quisiera un agente responsable de la clasificación tener conocimiento de una perturbación o irregularidad que se presente en un momento dado, a partir de señales anunciadoras aisladas que sólo advierten instantáneamente y a partir de esta información, el agente actuar debidamente y en el momento apropiado, se vería el agente ante una tarea inalcanzable para el ser humano.

Es por lo que en el mando por calculador del proceso se ha intentado llegar a un grado de automatización que permita prescindir de la vigilancia,

AUTOMATISMOS EN LAS ESTACIONES FERROVIARIAS

y de la intervención humana en todas las operaciones que se desarrollan automáticamente.

Es por esta razón que se ha acordado una atención especial a la comunicación entre hombre y sistema de automatización, entre hombre y máquina, en caso de perturbación o irregularidad. Aquí la tarea de planificación consiste en analizar previamente todas las causas posibles de perturbaciones y sus efectos, así como todas las irregularidades previsibles, con el fin de poder informar al personal de servicio o de mantenimiento de una manera clara, sobre la causa del desarreglo, la instalación afectada y la acción que debe adoptarse, ello con el auxilio de unas normas escritas al objeto.

Así, en la estación de clasificación de Seelze antes citada se han analizado del orden de 80 casos posibles de anomalías, cuyas probabilidades de presentarse son diferentes, así como su gravedad. Gracias a este análisis no solamente se detecta automáticamente las anomalías, sino que el ordenador está programado para actuar de manera apropiada para la protección contra sus efectos y si es posible, incluso eliminar la perturbación aparecida gracias a una corrección automática. Así por ejemplo, hasta ahora, si se producía una perturbación en un puesto de mando de agujas, era necesario que el agente eligiera con gran premura un itinerario sustitutivo que fuese lo menos conflictivo posible, ahora esto no hace el programa establecido. La influencia desfavorable del tiempo de

reacción humana y el riesgo considerable de falsas maniobras debidas a las tensiones producidas son así evitados.

BIBLIOGRAFIA

- TAKAO FUKUI: «Système de contrôle des triages automatiques».
- H. KONIG: «Contrôle automatique de la vitesse des coupes de wagons sur les faisceaux de triage par gravité des CFS».
- A. DELPY: «Le débranchement des trains commandé par ordinateur dans les chantiers de triage de Seelze, Mannheim et Mas chen de la DB».
- EULER y otros: «Prozessteuerung in Rangierbah.»
- M. SAVARZEIX: «Automatización de estaciones de clasificación». Comunicación presentada en el Simposio Internacional sobre Cibernética Ferroviaria. Madrid, mayo 1979.
- H. C. R. VALLET: «Estaciones de clasificación. Sistema «tir au but»». Comunicación presentada en el Simposio Internacional sobre Cibernética Ferroviaria. Madrid, mayo 1979.
- R. G. SPEAR: «El sistema Dowty para el control continuo de velocidad de vagones y aspectos de diseño para una estación de clasificación tipo Dowty». Comunicación presentada en el Simposio Internacional sobre Cibernética Ferroviaria. Madrid, mayo 1979.
- JOSE MANUEL GARCIA DIAZ DE VILLEGAS: «Estaciones de clasificación. Apuntes de ferrocarriles de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Santander.

CEMENTOS PORTLAND, S.A.

**Cemento Portland Cangrejo
Supercemento Diamante**

Capacidad de producción: 750.000 toneladas anuales

Estella, 6 • Apartado 107

Teléfono 21 18 60 (PAMPLONA)