



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

**Recopilación de sistemas de
señalización y control
ferroviario en alta velocidad**

Alumno: Yassine El Jbari

Tutor: D. Manuel Ortega Armenteros

Depto: Ingeniería Eléctrica



Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo fin de grado

Recopilación de sistemas de señalización y control ferroviario en alta velocidad

Estudiante :

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser "G. J. J. J.", escrita con un estilo cursivo y fluido.

Vº Bº Tutor :

Índice

Introducción	10
1. La señalización ferroviaria.....	10
1.1. Descripción general:	10
1.2. Evolución histórica de la señalización ferroviaria:	10
1.3. ALCANCE:	11
1.4. Objetivos del del TFG	11
1.5. Estado del arte.....	12
1.5.1. Representación del problema:	12
1.5.3 Solución alternativa:	13
1.5.2. Conclusiones:	16
2. Normativa y Reglamentación Aplicable en la Señalización ferroviaria	18
2.1. NORMAS Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE:	18
2.2. Normativa CENELEC:	18
2.2.1. El caso seguro “Safety Case”:	20
2.3. La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria:	22
3. Tipos de Señales en vía	24
3.1. Función de las señales:	26
Señal de vía libre:	26
Implantación longitudinal:	26
3.2. señales de parada	27
cuadro de color rojo:	28
El cuadro de color morado:	29
Volantes de frenos:	29
El semáforo:	30
La luz roja intermitente:	30
EL disco (D):	31
3.3. La señal de parada manual:	31
3.4. Señal de anuncio de parada	32
La advertencia:	32
Luz amarilla intermitente:	33

Señal verde intermitente:	33
Franja horizontal de luz amarilla:	34
3.5. La señal de limitación de velocidad:	34
Limitación de velocidad:	35
3.6. Otros Tipos de señales en vía:	35
3.6.1. Indicadores de dirección	35
3.6.2. Señales de salida del tren:	36
Pancartas y cuadros de diversas inscripciones:	36
3.6.3. Señales de salida de ciertos grupos de trayectos convergentes.	37
3.6.4. Señales utilizadas para maniobras:	38
4. Circuito de la vía	39
4.1. Objetivo:	39
4.2. Funcionamiento:	39
4.3. Construcción de un circuito de vía:	40
4.3.1. Límite teórico de Shunt:	42
4.3.2. Elementos de la derivación	42
4.4. Condiciones de funcionamiento de un circuito de vía:	43
4.4.1. Influencias parásitas en circuitos de vía:	44
4.5. Características eléctricas de los circuitos de vía:	44
4.5.1. Visión de conjunto:	44
4.5.2. Detección del carril roto.	47
4.6. Aislamiento de equipos de vía:	48
4.6.1. Realización:	48
4.6.2. Desviación o instalación paralela	49
4.7. El circuito de retorno de la corriente de tracción:	49
4.7.1. Visión de conjunto	49
4.7.2. Circuitos de vía "mono-relé":	49
4.7.3. Circuito de vía «Bi-Relé"	50
4.7.3. Conexiones transversales entre las vías	53
4.8. Juntas aislantes:	53
4.8.1. Visión del conjunto:	53
4.8.2. Constitución:	53
4.9. Protección de circuitos de vía.	55
4.9.1. Visión de conjunto	56
4.9.2. Circuito de vía con pulsos de alto voltaje:	57
4.9.3. El circuito de vía con juntas de separación eléctricas tipo "UM-71".	60
5. Enclavamiento	63

5.1. Introducción:	63
5.2. Definición del concepto de enclavamiento	64
5.3. Tipos de enclavamiento	64
5.3.1. Enclavamiento mecánico:	64
5.3.2. Definición de la posición de una palanca:	64
5.3.3. La notación de los enclavamientos:	65
5.3.4. Relaciones Dobles-Binarias:	66
5.4. El enclavamiento eléctrico:	73
6. Sistemas automáticos de protección de trenes	75
6.1. Sistemas de señalización en Europa	75
6.1.1. Definición:	75
6.2. Grabador estático "ATESS"	76
6.2.1. Descripción general:	76
6.2.2. Obtención de la información:	77
6.2.3. Puesta en servicio:	78
6.3. Medición de la velocidad:	79
6.4. Transmisión a equipos:	80
6.5. Control automático con apoyo de (VACMA):	81
6.5.1. Puesta En Servicio:	82
6.5.2. Transmisión En baliza:	85
6.6. ATB:	86
6.6.1. El ATB primera generación:	86
6.6.2. El ATB de nueva generación:	86
6.7. Crocodile:	87
6.8. AWS - Sistema de advertencia automático:	88
6.8.1. Aplicación:	89
6.9. PZB	90
6.9.1. Clasificación de señales según puntos de influencia PZB	90
6.9.2. Estructura y funcionamiento de las Balizas PZB:	91
6.9.3. La baliza a pie de la vía:	92
6.9.4. Calificaciones de balizas PZB:	93
6.10. Sistema de señalización ERTMS:	95
6.10.1. Principios fundamentales del sistema ERTMS:	96
6.10.2. Señalización de cabina:	96
6.10.3. Control de velocidad:	96
6.10.4. Adaptabilidad a todo tipo de trenes:	97
6.11. Sistemas de señalización en España:	100

6.11.1. El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático):.....	100
6.11.2. Sistema LZB:	105
6.11.3. Información en balizas EBICAB 900:	107
7. Señalización de líneas de alta velocidad	109
7.1. Descripción General:	109
7.2.: Condiciones generales:	110
7.3. El sistema de señalización	111
7.3.1. Visión del conjunto:	111
7.3.2. Orientación de circuitos de vía:	113
7.3.3. Señal de parada:	114
7.3.4. La secuencia del tren frente a una señal Nf con una sección de tampón mínima:	115
7.4. Indicaciones dadas al conductor de trenes de alta velocidad:	116
7.4.1. Información continua en la cabina:	116
7.4.2. indicaciones intermitentes "300V" y "(270V)"	117
7.4.3. Indicaciones de anuncios.....	117
7.4.4. Indicaciones de rendimiento.	118
7.4.5. Indicación "Cero"	118
7.5. Información puntual en la cabina.....	119
7.5.1. Control de velocidad	119
7.5.2. Repetición acústica - Grabación	119
7.6. Transmisión de información continua:	120
8. Futuro de la señalización ferroviaria	122
8.1. Introducción:	122
8.2. Equipo CBTC:	122
8.3. Equipo de camino CBTC:	122
9. Bibliografía	125

Índice de imágenes

FIGURA 1: EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LA SEÑALIZACIÓN FERROVIARIA	11
FIGURA2: COLISIÓN ENTRE DOS TRENES EN CASTELAR, BUENOS AIRES, ARGENTINA	13
FIGURA 3: ESTRUCTURA DEL CASO DE SEGURIDAD	22
FIGURA 4: CONJUNTO DE SEÑALES DE VELOCIDAD MONTADAS EN PÓRTICO DE ALUMINIO	25
FIGURA 5: SEÑAL DE TIPO BAJO INSTALADA A NIVEL DEL SUELO	25
FIGURA6: SEÑAL DE PARADA A MANO QUE CONSISTE EN UN MARCADOR DE PARADA DE VERIFICACIÓN ROJO Y BLANCO	32
FIGURA 7: ESQUEMA DE LÍMITE DE VELOCIDAD PERMANENTES	35
FIGURA 8: EL INDICADOR DE DIRECCIÓN	36
FIGURA 9: INDICACIONES DE DESTINOS PARTICULARES	37
FIGURA 10: CIRCUITO DE VÍA	40
FIGURA 11: ZONA AISLADA DE UN CIRCUITO DE VÍA	41
FIGURA 12: EL ESQUEMA ELÉCTRICO DE UN CIRCUITO DE VÍA	45
FIGURA 13: EMPALME ELÉCTRICO	45
FIGURA 14: ESQUEMA ELÉCTRICO DE UN CARRIL ROTO	47
FIGURA 15: RESISTENCIA DE CADA VÍA DE SECCIÓN CORTA A LA TIERRA	48
FIGURA 16: RESISTENCIA DE LASTRE	48
FIGURA 17: CIRCUITO DE VÍA MONO-RELÉ	50
FIGURA 18: VÍA CON ANILLOS MECÁNICOS	50
FIGURA 19: CORRIENTE DE SEÑALIZACIÓN EN UN INSTANTE T	52
FIGURA 20: CIRCUITO SINTONIZADO	52
FIGURA 21: UNIONES AISLANTES CON BRIDAS DE MADERA	54
FIGURA 22: UN RIEL UNIDO POR ADHESIVOS ESPECIALES	55
FIGURA 23: CIRCUITOS DE VÍA BI-CARRIL	55
FIGURA 24: PROTECCIÓN DEL CIRCUITO DE VÍA	56
FIGURA 25: ESQUEMA ELÉCTRICO DE LAS JUNTAS AISLANTES	56
FIGURA 26: EL CIRCUITO DE DESCARGA	58
FIGURA 27: LA FORMA Y LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS PULSOS DE UN TUBO DE TIRATRÓN	58
FIGURA 28: EL RELÉ DEL CANAL CON DOS FUENTES V1 Y V2	59
FIGURA 29: EL CIRCUITO DE VÍA CON JUNTAS DE SEPARACIÓN ELÉCTRICAS TIPO "UM 71"	60
FIGURA 30: CIRCUITO DE VÍA DE "EMISIÓN INTERMEDIA"	61
FIGURA 31: ESQUEMA EXPLICATIVO DEL MOVIMIENTO DE PALANCAS	65

FIGURA 32: PALANCAS DOBLES-BINARIAS	66
FIGURA 33: ENCLAVAMIENTOS POR TOC ENTRE DOS PALANCAS ADYACENTES	67
FIGURA 34: CROQUIS ENCLAVAMIENTOS POR TOC ENTRE DOS PALANCAS ADYACENTES	67
FIGURA 35: ENCLAVAMIENTOS POR TOC ENTRE TRES PALANCAS ADYACENTES	68
FIGURA 36: ENCLAVAMIENTO CON CERRADURAS INDIVIDUALES	69
FIGURA 37: ROTURAS DE LA PALANCA "I" EQUIPADAS CON DOS CERRADURAS "S" CON UN PASADOR Y UNA LLAVE	69
FIGURA 38: CERRADURAS DE UN PASADOR Y DE 2 Y 3 LLAVES	70
FIGURA 39: PALANCAS "I" CON ROTURAS: ENCLAVAMIENTO MEDIANTE PASADORES Y CON UNA LLAVE	71
FIGURA 40: CERRADURA CENTRAL DE UNA PEQUEÑA ESTACIÓN	72
FIGURA 41: UNA CERRADURA CENTRAL DE 8 LLAVES	72
FIGURA 42: DIAGRAMA DEL ENCLAVAMIENTO DE UNA PEQUEÑA ESTACIÓN MEDIANTE BLOQUEO CENTRAL Y BLOQUEO DE LAS PALANCAS DE CONTROL DEL APARATO	73
FIGURA 43: ESQUEMA DE UN GRAVADOR ATESS	77
FIGURA 44: MEDIDOR DE VELOCIDAD	78
FIGURA 45: SENSORES COMPARATIVOS	79
FIGURA 46: ESQUEMA DE UN VACMA	81
FIGURA 47: ESQUEMA ELECTRICO DE VACMA	83
FIGURA 48: ACCIONES DESPUÉS DE UNA ACTIVACIÓN VACMA	84
FIGURA 49: ESQUEMA DE UN ATP	85
FIGURA 50: SISTEMA CROCODILE	87
FIGURA 51: ESCOBA DEL SISTEMA CROCODILE	88
FIGURA 52: LA RAMPA DE AWS	89
FIGURA 53: AL CAMBIAR LAS VARIABLES (A)Y(T), ES POSIBLE AJUSTAR LA VELOCIDAD DEL SEGUIDOR	90
FIGURA 54: BALIZA PZB	91
FIGURA 55: CROQUIS DE BALIZA PZB	91
FIGURA 56: BALIZA CON 3 CIRCUITOS OSCILANTES	92
FIGURA 57: CROQUIS DE BALIZA CON 3 CIRCUITOS OSCILANTES	92
FIGURA 58: BALIZA INCRUSTADA	93
FIGURA 59: CICLO DE CORRIENTE EN BALIZAS A BORDO Y LAS BALIZAS DE SEGUIMIENTO DURANTE UNA INFLUENCIA	94
FIGURA 60: LOS DISPOSITIVOS SITUADOS EN LA VÍA Y EN LA CABINA DE UN SISTEMA ASFA	101
FIGURA 61: LA BALIZA PREVIA DE UN SISTEMA ASFA	102
FIGURA 62: ESCENARIO CON EL SISTEMA ASFA	103
FIGURA 63: DIAGRAMA DE VELOCIDADES DEL SISTEMA ASFA	104
FIGURA 64: ARQUITECTURA DE VÍA DEL SISTEMA LZB	105
FIGURA 65: ARQUITECTURA DE VÍA DEL SISTEMA LZB	106
FIGURA 66: CURVAS DE FRENADO SUPERVISIÓN Y CONTROL TIPO EN EBICAB900	109

FIGURA 67: DISEÑO DEL EQUIPO DE CIRCUITO DE VÍA	112
FIGURA 68: SENTIDO DEL MOVIMIENTO DEL TREN	113
FIGURA 69: EL BUCLE DE INFORMACIÓN PUNTUAL	113
FIGURA 70: LA CURVA DE VELOCIDAD	115
FIGURA 71: PARADA ABSOLUTA (EPI NF) ASOCIADA CON CUALQUIER MARCADOR NF COMPLETA LA LÓGICA DE PARADA ABSOLUTA	116
FIGURA 72: BANDA GRÁFICA DE GRABACIÓN CONTINUA	120
FIGURA 74: EL DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE INFORMACIÓN CONTINUA	121

Índice de tablas

TABLA 1: EJEMPLO DE DISTANCIA DE UBICACIÓN DE SEÑALES	27
TABLA 2: NIVELES DE ETCS	99
TABLA 3: LA LISTA DE LA INFORMACIÓN CONTINUA	121

Introducción

1. La señalización ferroviaria

1.1. Descripción general:

La señalización es una de las partes más importantes de las muchas que conforman un sistema ferroviario. La seguridad del movimiento de un tren depende de él y del control y la gestión de su circulación. A lo largo de los años, se han desarrollado muchos sistemas de señalización y control de trenes, de modo que hoy se ha desarrollado una industria altamente técnica y compleja. En este TFG intento de explicar en términos simples, cómo se desarrolló la señalización ferroviaria y cómo funciona, según los estándares Tanto al nivel europeo como al nivel nacional.

1.2. Evolución histórica de la señalización ferroviaria:

En 1850, los primeros controladores de trenes se situaron en intervalos (bloques) a lo largo de la línea con cronómetros y señales de mano usadas para informar a los conductores del estado de circulación. Este proceso moviliza considerablemente los recursos del personal, se introdujeron los semáforos mecánicos en principios del siglo XX (1900). Gracias a la invención del telégrafo. Y luego el teléfono se convirtió unos años más tarde. Posible para que los agentes intercambien mensajes (primero número de timbres en una campana, luego una llamada por el teléfono) para confirmar que un tren ha lanzado un bloque específico. Alrededor de 1930, las primeras señales ópticas vieron la luz. El sistema entero fue llamado "sistema de bloques telefónicos». Durante el mismo período, cuando Señales mecánicas estacionarias comenzaron a reemplazar señales manuales, nace el bloque semiautomático.

Hoy en día, la señalización ferroviaria se basa en bloques completamente automáticos, por lo que no hace falta la intervención humana. Una línea equipada con bloques automáticos (enclavamiento) se divide en varias secciones, cuya longitud mayor que la distancia de frenado del tren.

A lo largo de los años, un gran número de diferentes sistemas ATP (protección automática del tren) Se han desarrollado y operado en Europa, de acuerdo con

Requisitos nacionales, normas técnicas. Diversos tipos de explotación. Por supuesto, la independencia y la incompatibilidad de estos sistemas nacionales constituyeron un importante límite económico a escala europea. Tras la decisión adoptada por el Ministerio de Transportes. Europea en diciembre de 1989, la UE emprendió un proyecto para abordar los problemas de interoperabilidad relacionados con la señalización ferroviaria y control de trenes. Al final del año 1990, el Instituto Europeo de Investigación Ferroviaria. (ERRI) consideró la idea de desarrollar un sistema común a los países europeos y el sistema ERTMS (European Rail Traffic Management System) se convirtió en el sistema estándar de la señalización europea.

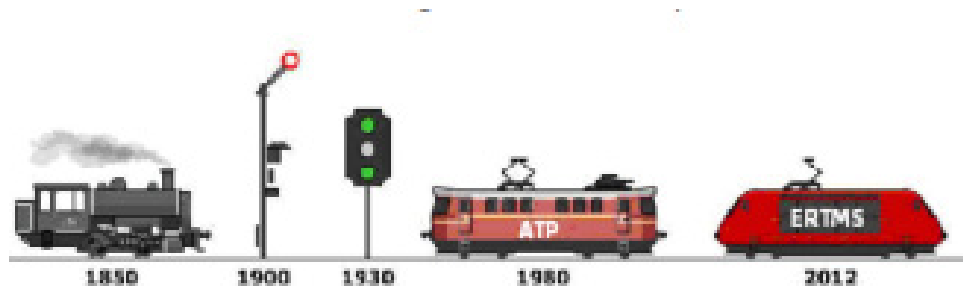


Figura 1: Evolución histórica de la señalización ferroviaria

1.3. ALCANCE:

El proyecto, destinado al estudio de sistemas de control y señalización ferroviaria, comprende tanto los métodos de control como las técnicas que hoy en día se usan al nivel europeo y nacional. Incluyéndose la descripción de todos los elementos ubicados tanto en los trenes de alta velocidad como de velocidad media.

La señalización demostró muy rápidamente como una necesidad para los ferrocarriles. De hecho, tan pronto como varios móviles puedan rodar al mismo tiempo en una red, y que las condiciones de velocidad, frenado y visibilidad no permitan, como en la mayoría de los casos para los vehículos, circular a la vista, un sistema. Es esencial capturar y posiblemente procesar la información conocida sobre el terreno y transmitir esta información, o el resultado del tratamiento, a los móviles.

1.4. Objetivos del del TFG

El presente proyecto tiene por objeto Hacer una recopilación de sistema de señalización y control ferroviario, analizando especialmente sus aspectos técnicos, operativos y normativos, así como comprender los sistemas de control ferroviario, y tener una información genérica del sistema de señalización tanto en España como en el resto de Europa.

La señalización ferroviaria se puede definir como el conjunto de dispositivos eléctricos, mecánicos y electrónicos para controlar, apoyar y asegurar la circulación de los trenes.

Las infraestructuras de señalización solucionan los siguientes problemas principales:

- La distancia de las circulaciones para evitar el alcance o la colisión entre trenes.
- Proteger la circulación en las estaciones.
- Circulación en dos direcciones, en la misma vía.
- Los peligros de descarrilamiento por aumento de velocidad.
- La intersección de carriles ferroviarios con carriles de coches en el mismo nivel (pasos a nivel).

1.5. Estado del arte

1.5.1. Representación del problema:

Antiguamente la forma más sencilla de proteger trenes era aumentar la distancia de detención del tren, formando intervalos de tiempo entre los trenes. La mayoría de los ferrocarriles eligieron algo así como diez minutos como un intervalo de tiempo. Solo permitieron que un tren corriera a toda velocidad diez minutos después de que el anterior se hubiera ido. Corrieron sus trenes en un "avance" de diez minutos como se llama las banderas rojas, amarillas y verdes fueron utilizadas por "policía" para mostrar a los conductores cómo proceder. mostrando una bandera roja en los primeros 5 minutos después de que un tren había partido. Si otro tren alcanzó al primero después de cinco minutos, se le mostró al conductor una señal amarilla de precaución. La señal verde de velocidad completa solo se mostraba una vez transcurridos los diez minutos completos. este método, al usar esta técnica para proteger los trenes, surgió unos problemas grandes. Lo más importante era que todavía era básicamente peligroso. Los trenes en esta época eran menos confiables de lo que son actualmente y con frecuencia se destruían entre estaciones. Tampoco se podía asegurar que la velocidad del primer tren fuera suficiente para evitar que el segundo lo alcanzara. Las colisiones en la parte trasera produjeron, en cada caso, porque el maquinista pensaba que tenía un tiempo de diez minutos por delante y tenía poca o ninguna información si había un margen de esos 10 minutos. Incluso si bajara el tiempo que pudiera ver el tren, no tenía nada que hacer para impedir la colisión.



Figura2: Colisión entre dos trenes en Castelar, Buenos Aires, Argentina

Capacidad de línea:

Otro problema importante, fue la capacidad de la línea. Si lograran que todos los trenes no paran de manera inesperada y circulen a una velocidad fija, la margen de diez minutos limitó el número de trenes que podrían circular por hora (en este caso seis) en una sola vía. Como requerían circular más trenes, progresivamente intentaron a comprimir el tiempo entre los trenes. A pesar de que disminuyeron el tiempo, la cantidad de trenes por hora creció. También, el número de accidentes aumentó. Entonces tenían que inventar una solución. La respuesta fue las señales fijas.

1.5.3 Solución alternativa:

Señales fijas:

Incluso con el sistema de intervalo de tiempo, la regla básica de la señalización era dividir la vía en secciones y garantizar que solo se permitiera un tren en una sección a la vez. Esto sigue siendo bueno hoy. Cada sección (o cantón, como suele llamarse) está protegida por una señal fija colocada en su entrada para mostrar al conductor de un tren que se aproxima. Si la sección es clara, por ejemplo, no hay tren en él, la señal mostrará una indicación de "Continuar". Durante muchos años en Gran Bretaña solía ser un brazo de semáforo elevado. Quedan algunos de estos en todo el país, pero hoy en día suele ser una luz verde o "aspecto", como lo llaman los ferrocarriles. Sin embargo, si la sección está ocupada por un tren, la señal mostrará una Indicación "Stop", usualmente un

aspecto rojo. El próximo tren se hará esperar hasta que el tren de enfrente haya despejado la sección. Esta es la base sobre la cual se diseñan y operan todos los sistemas de señalización.

Las señales mecánicas aparecieron por primera vez en el Reino Unido en 1841 y una caja de señales con palancas que controlaban señales y puntos remotos en 1860. Originalmente, el paso de cada tren a través de una sección fue rastreado visualmente por el hombre de la señal. Cuando el tren despejó su sección, el hombre de la señal le dijo a la caja de señales en el lado de aproximación que su sección ahora estaba vacía y que, si era necesario, podía "aceptar" otro tren. Los mensajes entre las cajas de señales fueron transmitidos por un sistema de códigos de campana utilizando el telégrafo eléctrico. El uso obligatorio del "telégrafo de bloque" eléctrico para transmitir mensajes e interbloqueo de señales, donde se impidió mecánicamente a los puntos y señales que permitían la configuración de movimientos conflictivos, se introdujo en Europa después de la Ley de Regulación de Ferrocarriles de 1889.

Señales a distancia:

La señal básica de parada / marcha utilizada para proteger cada sección de la línea estaba bien siempre que el conductor de un tren que se aproximaba pudiera ver la señal a tiempo para detenerse. Este fue raramente el caso, por lo que se proporcionó un sistema de señales "distantes" en muchos lugares.

Las señales distantes se colocaron en una posición tal que el conductor podría detenerse a tiempo si la siguiente señal de parada estaba en peligro. El posicionamiento dependía de la visibilidad, la curvatura, la velocidad máxima permitida de la línea y un cálculo de la capacidad del tren para detenerse. En Europa, los trenes de mercancías con capacidad de frenado reducida (cargas no equipadas o parcialmente equipadas) solo podían correr a velocidades máximas restringidas para permitir distancias de frenado de señal.

Originalmente, las señales distantes eran semáforos, como las señales de detención mencionadas anteriormente. Mostraron una luz verde en la noche si su señal de parada relacionada también era verde (o clara) y amarilla si la señal de parada estaba en rojo. El patrón rojo-amarillo-verde se adoptó para las señales de luz de color y, finalmente, se usó para proporcionar una forma más sofisticada de control de trenes.

Enclavamiento:

Otra característica de seguridad introducida a mediados del siglo XIX fue el enclavamiento mecánico de puntos y señales. El propósito era evitar que se configurara la ruta para un tren y que se borrara su señal de protección si ya existía otra ruta

conflictiva configurada y que se borró la señal de protección para esa ruta. El enclavamiento se realizó mediante una serie de barras que interactúan mecánicamente conectadas a las palancas de operación de la señal en la caja de señales. La disposición de las barras físicamente evitó que se establecieran movimientos conflictivos. A medida que se desarrollaban los sistemas, algunas cabinas de señales más grandes en uniones complejas tenían enormes marcos de palancas de enclavamiento, que dieron el nombre de "marco de palanca" a la fila de palancas de operación en una caja de señal.

Finalmente, cuando las palancas de señal de tiempo fueron reemplazadas por palancas pequeñas (miniatura) o pulsadores, los marcos de enclavamiento mecánico fueron reemplazados por enclavamientos de relé. Los relés electromagnéticos se utilizaron en serie para garantizar la seguridad de la configuración de la ruta en las uniones. Se elaboraron complejas "tablas de control" para diseñar la forma en que estos relés interactuarían y para garantizar la seguridad y la integridad.

El circuito de vía:

Hoy en día, para fines de señalización, los trenes son monitoreados automáticamente por medio de "circuitos de vía". Los circuitos de la vía se probaron por primera vez en los Estados Unidos en 1891 y poco después aparecieron en Gran Bretaña. usando Las corrientes de bajo voltaje aplicadas a los rieles hacen que la señal, a través de una serie de relés (originalmente) o electrónicos (más

recientemente), muestre un aspecto de "proceder". El flujo de corriente será interrumpido por la presencia de las ruedas de un tren. Dicha interrupción hará que la señal que protege esa sección muestre un comando de "parada". Cualquier otra causa de la interrupción de la corriente también causará que se muestre una señal de "parada". Un sistema así significa que una falla le da a un aspecto rojo una señal de parada. El sistema se refiere a veces como "a prueba de fallos" o "vital". Una señal de "proceder" solo se mostrará si la corriente fluye. La mayoría de las líneas principales europeas con tráfico moderado o pesado están equipadas con señales de luz de color operadas automática o semiautomáticamente por circuitos de vía. En el apartado 3 de este Trabajo vamos a explicar lo que es un circuito de vía y describiendo su forma de funcionamiento.

Una distancia de frenado segura:

La descripción anterior de la señalización hasta ahora solo ha analizado el concepto de advertencia o cumplimiento de las indicaciones de señal restrictiva. Todavía no se ha tenido en cuenta la distancia de frenado o el avance. Primero, está el problema de las distancias de frenado. Como ya hemos visto, un tren no puede parar en seco. Un tren Inter City que viaja a 100 mph (160 km / h) tomará más de una milla para detenerse.

Incluso para un sistema de señalización con cumplimiento (ATP) como el metro de Londres, como se describe hasta ahora, existe el riesgo de que un tren pase una señal de paro, luego el sistema de cumplimiento de la ATP lo detenga y aun así golpee el tren en la parte delantera. Esta situación podría ocurrir si el tren en frente estuviera parado justo delante de la señal que lo protege. El problema ha sido reconocido durante mucho tiempo y se puede superar con la provisión de un espacio para que el tren se detenga, una "superposición".

La superposición:

En su forma más simple, la "superposición" es una distancia permitida para que el tren se detenga en caso de que pase una señal que muestre un aspecto de parada. Se proporciona colocando la señal de alguna manera antes de la entrada a la sección que está protegiendo. Porque es imposible calcular las distintas distancias de frenado de diferentes tipos de trenes y porque es imposible predecir cuándo un conductor podría reaccionar ante una señal de parada, se usa un valor fijo de 185 metros. Que utilizan ATP. En los sistemas, la distancia se calcula mediante una fórmula precisa basada en la capacidad de frenado conocida del tren del metro, el gradiente en la ubicación en cuestión, la velocidad máxima posible de los trenes que utilizan esa sección, un margen para la observación de la señal por parte del conductor. y un pequeño margen. El resultado del cálculo se denomina "distancia de frenado segura". La superposición incorpora esta segura distancia de frenado.

1.5.2. Conclusiones:

El sector ferroviario está desarrollando un sistema de control de circulación, que podrá bajar costes de equipamiento y aumentar la eficiencia de la máquina. También, La industria aeroespacial que no está relacionada normalmente con el sector ferroviario. También se puede actuar en el sistema de control ferrocarril debido al gran desarrollo que logro el ETCS en las líneas de alta velocidad, para aumentar la seguridad y el rendimiento.

El ETCS está hecho para asegurar el movimiento entre fronteras en la circulación ferroviaria, suministrando un sistema de control único capaz de interactuar y funcionar con los demás. Existen tres niveles de ETCS. actualmente, el uno y el dos están avanzados en casi toda Europa. El primero, el nivel básico, sirve para proteger la circulación ferroviaria de los trenes y vigilancia de la velocidad. Con el segundo, la comunicación continua por radio desde la vía al tren facilita la eliminación de la señalización lateral y perfecciona la eficiencia. El siguiente nivel es la ETCS de nivel tres.

Esto incorpora un gran adelanto con relación a la señalización habitual. En vez de usar infraestructuras de vía para detectar la posición de los trenes, el ETCS de nivel tres da lugar a que sean los propios trenes los que determinan. La localización y la integridad del tren. Este nivel es importante por muchas cosas. Una es que baja los precios de las infraestructuras, porque ya no es necesario detectar el tren en la vía. El segundo es que aumenta la capacidad, puesto que el ETCS de nivel tres es un proceso con separación entre trenes vigilados por la velocidad y la distancia, en lugar de por cantones. También da lugar a una revolución en el sector de automatización, dando un gran empuje a las tecnologías sin maquinista. Para tener un predominio en el sector de la señalización ferroviaria.

Aplicación del ETCS nivel 3:

los Técnicos están dando una solución de ETCS de nivel tres y están inventando nuevas técnicas para que sean reales. Mejorando sistemas de señalización centrados en la cabina del tren. intentado instalar el ETCS entre fronteras. actualmente, los sistemas de nivel dos están montados en las grandes ciudades europeas.

El triunfo de ETCS es mejorar los conocimientos de control de vías importantes. El ETCS es el más famoso en los carriles de Europa que usa el cantón móvil. Los mercados de señalización ferroviaria mejoraron la comunicación implementado el CBTC que es un sistema de señalización ferroviaria que utiliza unas comunicaciones bidireccionales entre el equipamiento del tren y el equipamiento en la vía para gestionar la circulación. De esta manera, la posición exacta de un tren en una línea es conocida con mayor exactitud que en los sistemas de control antiguos, dando lugar a un buen manejo al control de circulación ferroviaria de forma más seguridad y capacidad.

Soluciones:

El ETCS requiere información técnica muy alta. Una de ellas es ser competente al detectar trenes a lo largo de la vía, sin asistencia de los sistemas referentes de tierra. las dificultades pasan cuando los trenes se entran en un túnel. Los aparatos, que calculan la distancia corrida por las ruedas, no son seguros porque las ruedas se resbalan sobre los carriles húmedos, sobre todo cuando los trenes salen del túnel. Para resolver este asunto, los ingenieros en control ferroviario usan sensores para adoptar los datos de localización con una cadena de entradas, además se están combinando los conocimientos del sector aeroespacial.

Con esto podrían usar un sistema de localización inercial de un avión y colocarlo en un tren. Los técnicos usan las técnicas corporativas de sus búsquedas, para mejorar las

alternativas. De este modo, el ETCS de nivel tres. subirá la potencia y el rendimiento y bajará los costes aumentando el ciclo de vida del equipo, porque tendrá menos equipo de señalización que proteger. Y como se usa la radio, da un alto nivel de seguridad. Además, ahorrará la energía y optimiza la circulación en vía.

La táctica está en dar todas estas ventajas en forma de alternativas normalizadas e interoperable. El ETCS de nivel tres está todas sus ventajas, para ofrecer al sector ferroviario una vía lista para el traslado del nivel 1 y 2 al nivel 3.

2. Normativa y Reglamentación Aplicable en la Señalización ferroviaria

2.1. NORMAS Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE:

En el tema de las normativas de la seguridad ferrocarril y asociaciones encargados de su aplicación, había un problema de coordinación porque cada país tenía su asociación nacional propia. Con la llegada de la Unión Europea, se buscó progresivamente la creación de una normativa relativa a seguridad y administración de las infraestructuras ferroviarias común para todo el continente. De esta manera nacen las normas europeas de seguridad y los organismos asociadas a su cumplimiento.

En concreto, en España hay que destacar la normativa de CENELEC y la Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria de la que se expone a continuación una breve descripción.

2.2. Normativa CENELEC:

La comisión Europea de Normalización desarrolla proyectos que dominan los departamentos técnicos que contienen la rama de electrónica, que es competencia del Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC). que fue fundada en 1973 en Bélgica. El objetivo de crear esta agencia es establecer normas europeas que fortalecen la producción europea a nivel mundial y abren tanto el mercado interior europeo como el exterior. Para cumplir este logro, CENELEC tenía que adaptarse a las normas ISO.

Existe un amplio número de normas redactadas por CENELEC referentes al ámbito ferroviario. A continuación, se listan las más habituales

- Cenelec EN 50119: Aplicaciones ferroviarias - Instalaciones fijas - Tracción eléctrica- Líneas aéreas de contacto

- Cenelec EN 50121: Aplicaciones ferroviarias - Compatibilidad electromagnética
- Cenelec EN 50122: Aplicaciones ferroviarias - Instalaciones fijas
- Cenelec EN 50124: Aplicaciones ferroviaria - Coordinación de aislamiento
- Cenelec EN 50125: Aplicaciones ferroviarias- Condiciones ambientales para el equipo.
- Cenelec EN 50126: Aplicaciones ferroviarias – Especificación y demostración de la fiabilidad, la disponibilidad, la mantenibilidad y la seguridad (RAMS).
- Cenelec EN 50128: Aplicaciones ferroviarias– Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Software para sistemas de control y protección del ferrocarril.
- Cenelec EN 50129: aplicaciones ferroviarias- Sistemas de comunicación, señalización y procesamiento. Sistemas electrónicos relacionados con la seguridad para la señalización.
- Cenelec EN 50159-1:2001 Aplicaciones ferroviarias - Sistemas de comunicación, de señalización y de procesado.

Este proyecto vamos a ver la norma EN- 50129 En el apartado siguiente se describe dicha norma.

Esta norma es aplicable a los sistemas electrónicos relacionados con la seguridad (incluidos los subsistemas y equipos) para aplicaciones de señalización ferroviaria.

El alcance de este estándar y su relación con otros estándares de CENELEC se muestran en la Figura

Esta norma está destinada a aplicarse a todos los sistemas / subsistemas / equipos de señalización ferroviaria relacionados con la seguridad.

Sin embargo, los procesos de análisis de riesgos y evaluación de riesgos definidos en 50126 y esta norma son necesario para todos los sistemas / subsistemas / equipos de señalización ferroviaria, a fin de identificar cualquier seguridad requisitos Si el análisis revela que no existen requisitos de seguridad (es decir, que la situación no está relacionada con la seguridad), y siempre que la conclusión no se revise como consecuencia de cambios posteriores, esta seguridad La norma deja de ser aplicable.

Esta norma se aplica a la especificación, diseño, construcción, instalación, aceptación, operación, Las fases de mantenimiento y modificación / extensión de los sistemas completos de señalización, y también a subsistemas y equipos dentro del sistema completo.

Esta norma se aplica a los subsistemas y equipos genéricos (tanto independientes de la aplicación como de aquellos destinados a una clase particular de aplicación), y también a sistemas / subsistemas / equipos para aplicaciones.

Esta norma no es aplicable a los sistemas / subsistemas / equipos existentes (es decir, aquellos que ya habían sido aceptados antes de la creación de esta norma). Sin embargo, en la medida de lo posible, La norma debería aplicarse a las modificaciones y ampliaciones de los sistemas, subsistemas y sistemas existentes.

que se adquiere para su uso como parte de un sistema de señalización relacionado con la seguridad. Como mínimo, la evidencia será siempre en tales casos para demostrar o bien que no se confíe en el equipo por seguridad, o que se puede confiar en el equipo para aquellas funciones relacionadas con la seguridad.

Esta norma es aplicable a la seguridad funcional de los sistemas de señalización ferroviaria. No se pretende tratar con la seguridad y salud laboral del personal, este tema está cubierto por otras normas.

2.2.1. El caso seguro “Safety Case”:

Esta norma define las condiciones que deben cumplirse para que un ferrocarril electrónico relacionado con la seguridad.

El sistema / subsistema / equipo puede aceptarse como adecuadamente seguro para su aplicación prevista.

Las condiciones para la aceptación de seguridad se presentan en esta norma bajo tres encabezados, a saber:

- Evidencia de gestión de la calidad.
- Evidencia de gestión de la seguridad,
- Evidencia de seguridad funcional y técnica.

Se deben cumplir todas estas condiciones, a nivel de equipos, subsistemas y sistemas, antes de que el sistema relacionado con la seguridad se pueda aceptar como adecuadamente seguro.

Las pruebas documentales de que se han cumplido estas condiciones se incluirán en un documento de justificación de seguridad, conocido como el caso de seguridad. El caso de seguridad forma parte de las pruebas documentales que deben presentarse a la autoridad de seguridad pertinente para obtener la aprobación de seguridad

para un producto genérico, una clase de aplicación o una aplicación específica. Para una explicación de la seguridad.

El caso de seguro contiene la evidencia de seguridad documentada para el sistema / subsistema / equipo, y se estructurará de la siguiente manera:

- 1-Definición de sistema (o subsistema / equipo)

Esto definirá con precisión o hará referencia al sistema / subsistema / equipo al que se aplica el Caso de seguridad.

Se refiere, incluidos los números de versión y el estado de modificación de todos los requisitos, diseño y aplicación de documentación.

2-Informe de gestión de calidad:

Este contendrá la evidencia de la gestión de calidad

3-Informe de gestión de seguridad:

Este contendrá la evidencia de gestión de seguridad.

4 informe de seguridad técnica:

Este contendrá la evidencia de Seguridad funcional y técnica.

5-Casos de seguridad relacionados:

Este deberá contener referencias a los Casos de seguridad de cualquier subsistema o equipo en el que es un caso de seguridad depende. También demostrará que todas las condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad especificadas en cada una de las Subsistemas de seguridad del subsistema / equipo son ya sea cumplido en el caso principal de seguridad, o transferido a las condiciones de aplicación relacionadas con la seguridad del Caso de seguridad principal.

6-Conclusión:

Esto resumirá la evidencia presentada en las partes anteriores del Caso de Seguridad, y argumentará que el sistema / subsistema / equipo relevante es adecuadamente seguro, sujeto al cumplimiento de los requisitos especificados condiciones de aplicación.

La estructura del Caso de seguridad se ilustra en la Figura siguiente

Grandes volúmenes de evidencia detallada y documentación de respaldo no deben incluirse en el caso y en sus partes, siempre que se proporcionen referencias precisas a dichos documentos y se proporcione la base. Los conceptos utilizados y los enfoques adoptados están claramente especificados.

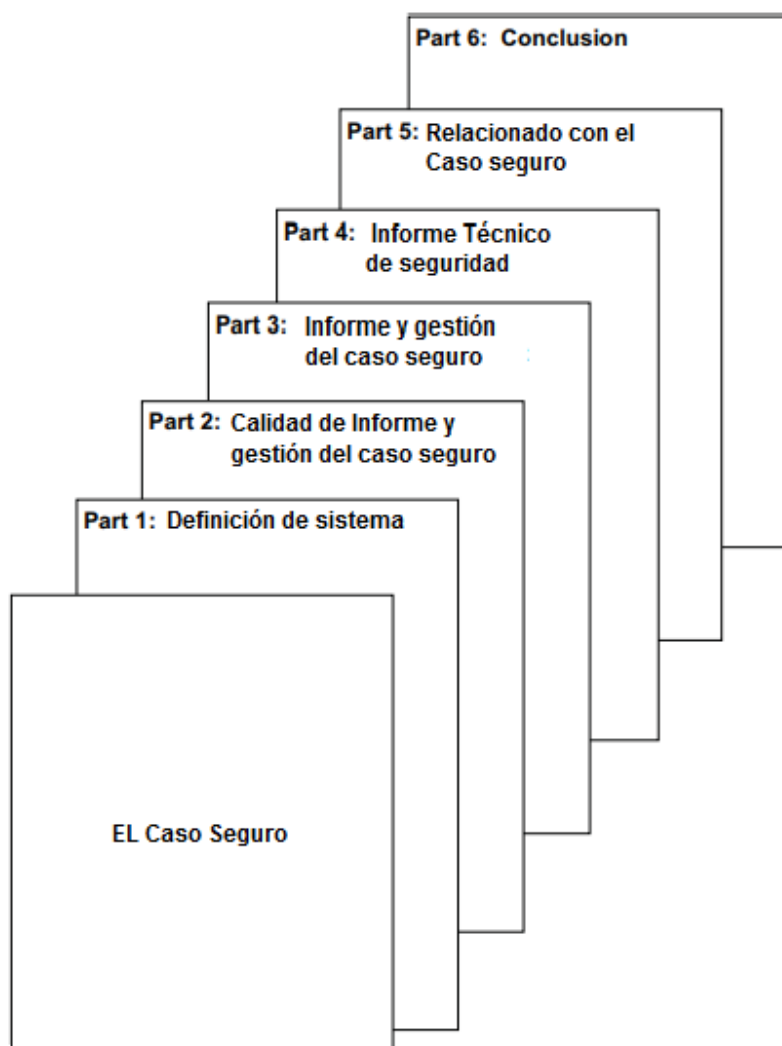


Figura 3: Estructura del caso de seguridad

2.3. La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria:

La Agencia Estatal de Seguridad Ferroviaria es una pieza más dentro de ese sistema, en el que viene a ejercer el papel de autoridad responsable de la seguridad ferroviaria, tal y como se desprende de la Directiva 2004/49 de seguridad ferroviaria, para la Red Ferroviaria de Interés General.

La AESF tiene un papel fundamental en el acceso de las empresas ferroviarias al mercado ferroviario, ya que le corresponde la emisión de los dos títulos imprescindibles:

La licencia de empresa ferroviaria, mediante la cual se justifica que la empresa dispone de una estructura empresarial y financiera adecuada para la prestación de los servicios.

El certificado de seguridad, que acredita que la empresa posee un sistema de gestión de seguridad con los procedimientos adecuados para realizar la explotación de conformidad con la normativa de seguridad en la circulación aplicable.

- Como autoridad responsable de la seguridad ferroviaria, la AESF se encarga de
- Vigilar por el mantenimiento general de la seguridad en la circulación sobre la Red Ferroviaria de Interés General mediante la supervisión del cumplimiento de las obligaciones de los diferentes actores en esta materia.
- Autorizar la entrada en servicio de los subsistemas estructurales que constituyen el sistema ferroviario y así como comprobar que mantienen sus requisitos.
- Supervisar el cumplimiento de los requisitos esenciales por parte de los componentes de interoperabilidad.
- Autorizar la puesta en servicio de vehículos ferroviarios.
- Expedir, renovar, modificar o revocar los certificados de seguridad de las empresas ferroviarias, así como supervisarlos posteriormente.
- Expedir, renovar, modificar o revocar las autorizaciones de seguridad de los administradores de infraestructura, así como supervisarlas posteriormente.
- Proponer, elaborar y desarrollar el marco normativo de seguridad y supervisar su cumplimiento por los agentes del sistema ferroviario, así como formular propuestas, directrices y recomendaciones normativas, incluidas las especificaciones técnicas de los subsistemas ferroviarios.
- Realizar el seguimiento de los objetivos y los niveles de seguridad a través de los indicadores y estadísticas de accidentalidad, así como elaborar informes en materia de seguridad del transporte ferroviario.
- Organizar y gestionar el Registro Especial Ferroviario, así como supervisar la debida inscripción del personal ferroviario y de la matriculación del material rodante y de los inventarios, estadísticas y bases de datos relacionados con la seguridad del transporte ferroviario, incluidos los inventarios de infraestructuras.
- Conceder la homologación y, en su caso, suspenderla y revocarla, de los centros de formación y centros de reconocimiento psicofísico del personal ferroviario.
- Conceder la homologación y, en su caso, suspenderla y revocarla, de los centros de mantenimiento, así como la certificación de las entidades encargadas de mantenimiento.

- Ejercer las competencias del Ministerio de Fomento en materia de personal ferroviario, y en particular, otorgar, renovar, suspender y revocar las licencias y títulos de conducción de personal ferroviario, así como, proponer el contenido de las pruebas de obtención de títulos habilitantes del personal ferroviario, aprobar los contenidos mínimos de los programas de formación para la obtención de las habilitaciones y las condiciones de capacidad psicofísica para la certificación de valoración de aptitud personal.
- Asistir y participar en los grupos de trabajo de la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea y en otras Organizaciones nacionales e internacionales relacionadas con la seguridad o interoperabilidad del transporte ferroviario.
- Ejercer las competencias del Ministerio de Fomento en materia de transporte de mercancías peligrosas por ferrocarril.
- Ejercer las competencias que corresponden al Ministerio de Fomento en relación con la defensa del dominio público ferroviario y con la modificación de la línea límite de la edificación, sin perjuicio de las competencias que correspondan al administrador de infraestructuras ferroviarias.
- Ejercer la potestad sancionadora en materia de seguridad ferroviaria.
- Todas aquellas funciones que se le asignen, especialmente en materia de seguridad ferroviaria.

3. Tipos de Señales en vía

En las líneas de doble vía, las señales instaladas de manera permanente, generalmente se instalan a la izquierda de la vía a la que se dirigen, o en el lado izquierdo sobre esta vía.

En algunos casos, particularmente en las zonas reducidas en la vía, se pueden usar señales de bajo nivel que están en el suelo. La señalización puede ser mecánica o luminosa. En la señalización mecánica, se hace uso de señales hechas por medio de un panel de color.

En la señalización luminosa, se hace uso de paneles que llevan una o más luces de colores, generalmente dispuestas en una pantalla negra bordeada con un borde blanco de forma alargada o circular.



Figura 4: Conjunto de señales de velocidad montadas en pórtico de aluminio



Figura 5: Señal de tipo bajo instalada a nivel del suelo

Ya sea mecánica o luminosa, la señalización puede incluir, además:

- Mesas luminosas.
- Tableros mecánicos fijos o móviles.
- Cuadros o pancartas reflectoras.
- Barras de parada.

La señalización luminosa tiene en particular la señalización mecánica, esta última tiene como ventajas una mayor seguridad operativa y una mejor visibilidad. Pero también tiene como problema en ciertas señales que son afectadas por la naturaleza (señales manuales).

3.1. Función de las señales:

Las señales se utilizan principalmente para realizar las siguientes funciones:

- la señalización de parada.
- Señalización de límite de velocidad.
- Señalización de dirección.

Cada una de estas características suele incluir señalización de aviso y señalización de ejecución o recordatorio.

El uso es que la señalización de parada (ejecución y aviso) se explica por separado, mientras que las dos últimas forman un todo.

Además, la expresión "señalización de parada" está reservada para la señalización de ejecución de parada.

Señal de vía libre:



En ausencia de una señalización restrictiva, un panel tiene una luz verde de vía libre. La luz verde indica al maquinista que la vía está libre y que no hay nada que se oponga a la circulación.

Implantación longitudinal:

Para permitir que el conductor se detenga frente a una señal de parada (o punto a proteger) o para respetar un límite de velocidad en un área definida, es necesario advertir distancia suficiente para que el frenado se realice en condiciones normales, es el papel de las señales de aviso a distancia.

Estas distancias se llaman, respectivamente:

- Distancia de parada,
- Distancia de desaceleración.

La distancia de implantación de una señal a distancia depende de:

- El perfil promedio de la parte de la vía en cuestión (gradiente promedio),
- La velocidad máxima a la que se aproxima la señal a distancia.
- Características de frenado de circulación.

El coeficiente i es el cociente de la diferencia de nivel entre las dos posiciones en Kilómetros expresados por sus distancias en metros.

El cociente se ve afectado:

- El signo + si es una pendiente.
- El signo - si es una rampa.

Inclinación	avisos	Limitación de velocidad a:									
		≤ 60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
		Línea a 160 Km/h									
$-8 \leq i \leq -4$	1350	1350	1300	1300	1250	1200	1100	1050	900	750	500
$-4 \leq i \leq 0$	1400	1400	1350	1350	1300	1250	1150	1100	950	800	550
$0 \leq i \leq 4$	1500	1500	1450	1400	1350	1300	1200	1100	950	800	550
$4 \leq i \leq 6$	1500	1550	1500	1450	1400	1350	1250	1150	1000	850	600
$6 \leq i \leq 8$	1500	1600	1550	1500	1450	1400	1300	1200	1050	900	650

Tabla 1: Ejemplo de distancia de ubicación de señales

3.2. señales de parada

Para garantizar la protección de circulación, es necesario parar o incluso limitar la circulación. Para ello, se utilizan las siguientes señales de parada:

- Cuadro de color rojo o morado.
- Volantes de frenos.
- Semáforos.
- Luz roja intermitente (señal asimilada a una señal de parada).
- Señal de parada manual.

cuadro de color rojo:



El cuadrado cerrado tiene dos luces rojas en una línea vertical o horizontal. Él ordena al conductor que se para ante la señal. Utilizado en las vías principales, su función principal es garantizar la protección del tráfico en áreas con enclavamientos.

El cuadro también se puede usar en otras funciones, como protección de estacionamientos, protección de obstáculos (pasos a nivel, caídas de rocas, etc.). También se puede implantar justo delante del punto a proteger (unos pocos metros antes).

Las vías principales incluyen:

- Entre las estaciones, las vías asignadas a la circulación de los trenes.
- En las estaciones, las vías asignadas a la circulación habitual de los trenes, en particular las asignadas a la recepción o la salida de los trenes que transportan viajeros.

Las otras vías, se usan en particular para maniobras, generalmente se llaman vías de servicio.

Sin embargo, si existe el riesgo de colisión de trenes, (Protección de puntos de cambio de agujas), el cuadro generalmente se ubica a una distancia de al menos 100 m al punto a proteger, una margen de seguridad en el caso de un ligero cruce accidental de la señal y teniendo en cuenta el grave riesgo de una colisión.

La distancia máxima entre el cuadro y el punto a proteger, aunque legalmente indeterminado, no suele superar los 3.000 metros. Por otro lado, cuando el cuadro puede presentar en la apertura, una indicación de límite de velocidad para cruzar un punto de cambio de agujas, la distancia que separa la señal no debe ser muy grande para reducir los riesgos. debido a esta limitación en estos puntos, el cuadrado no debe ser instalado más de:

- A 400 metros al punto de cambio de agujas, si es atravesado por una desviación a una velocidad < 60 km / h.
- A 600 metros al punto de cambio de agujas, si es atravesado por una desviación a una velocidad ≥ 60 km / h.

El cuadro de color morado:



El cuadro morado avisa al conductor que se detenga ante la señal. Se utiliza:

- En vías de servicio.
- En vías principales.

En este último caso, generalmente se utilizan paneles de tipo bajo.

Volantes de frenos:



El Volante de frenos tiene una franja horizontal de color rojo. Ordena al maquinista que se detenga ante la señal y por lo general, debe encontrarse solo con movimientos circulares en la línea de enfoque o en maniobras.

El Volante de frenos en una sola vía:

La obligación de “circular en la vía” requiere que el maquinista va con precaución, sin exceder la velocidad de 30 km / h, dada la parte del carril que ve frente a él, para detenerse. Antes de una cola de otro tren, una señal de stop o un obstáculo y estar preparado para recibir cualquier señal.

El Volante, que no tiene una indicación particular en la posición abierta, se usa solo en la medida en que sus tiempos de cierre sean breves. Sirve en particular para la protección:

- Pasos a nivel pegadas a la zona donde están las operaciones de maniobra.
- Maniobras o circulaciones en algunas estaciones pequeñas de las líneas operadas en bloque manual (caja de teléfono o bloque por dispositivos).

El semáforo:



El semáforo tiene una luz roja. ordena al conductor que se detenga ante la señal. Se dedica principalmente a la función de dejar espacio en la en líneas de doble vía y protección de colisiones de tipo nariz a nariz en ciertas líneas de vía única. El semáforo se implanta en el origen del cantón que protege. En las estaciones, en principio, debe haber un semáforo cerca de cada uno de los puntos de salida normales de los trenes.

La luz roja intermitente:



Se puede cruzar sin detenerse a una velocidad máxima de 15 km / h. ordena al conductor que circula en línea. Puede ser utilizado:

- En líneas equipadas con el bloque de luz automático en lugar del semáforo en los puntos de acantonamiento donde se presentaría inconvenientes como:
 - En ciertas estaciones suburbanas para evitar la parada de los trenes que no sirven en los túneles.

- En todas las líneas:

Para la recepción en la vía ocupada (ajuste en el primer vagón motorizado, soldadura de dos trenes, ...).

- Para acceder a un carril principal sin salida muy corta.
- Para el anuncio de una señal de parada situada a menos de 500 m aguas abajo.
- Para el anuncio de un lugar puesto a una distancia insuficiente que protege.
- Para el posible anuncio de una señal de stop.

la luz roja parpadeante se instala en las mismas condiciones que el semáforo que reemplaza, en otros casos, la luz roja parpadeante se instala en el tablero de anuncios.

EL disco (D):



El disco tiene una luz roja y una amarilla en una línea horizontal. Controla la parada retardada después de la filmación del video. Por lo general, no se usa en líneas de bloques manuales para protección, se suelen estar en:

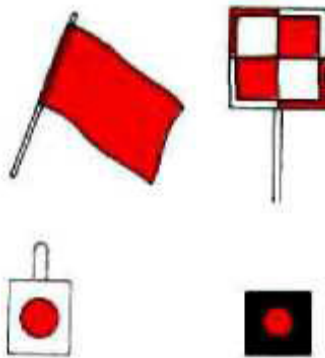
- Estaciones pequeñas.
- Zonas de servicio temporal.

El disco, una señal que se pone en las líneas de doble vía, La señal de disco, no está diseñada para altas velocidades, no debe usarse en líneas donde la velocidad exceda los 140 km / h.

El disco está ubicado a:

1. Protección de un tren parado en una pequeña estación en doble vía.
2. Protección de al punto de cambio de agujas en una pequeña estación de doble vía.
3. Protección de un establecimiento de una línea de vía única.

3.3. La señal de parada manual:



La señal de parada manual ordena la parada. Se puede usar para localizar un punto que un maquinista no se debe saltar cuando circula en línea o mientras maniobra (intercepción de carril, obstáculo inesperado,...)

Con un solo carril, la señal de mano, colocada en el punto de parada habitual del tren en la estación, se puede anunciar mediante un aviso.

La señal de parada manual normalmente se presenta a la izquierda del carril o el carril al que se dirige.



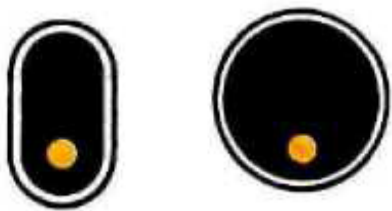
Figura6: Señal de parada a mano que consiste en un marcador de parada de verificación rojo y blanco

3.4. Señal de anuncio de parada

Para que las maquinistas puedan cumplir con sus instrucciones, normalmente se anuncian algunas señales de alto. Usualmente usamos para este propósito:

- La advertencia.
- La luz amarilla intermitente.
- La luz verde parpadeante. Por otro lado, el acceso a una vía principal corta o parcialmente ocupada puede ser anunciado por una franja de luz amarilla horizontal además de la advertencia.

La advertencia:



La advertencia tiene una luz amarilla. Ordena al conductor que se detenga antes de la señal de parada anunciada (o similar).

La advertencia también puede anunciar:

- Una señal de color blanco intermitente.
- Un panel apagado (perturbación).

La advertencia se implanta, en principio, a una distancia igual o mayor que la distancia de detención de la señal que anuncia. Esta distancia no debe superar los 3.000 m.

En un solo carril, la advertencia puede anunciar una señal de parada manual o un velocímetro de 30 o 40 velocidades.

Luz amarilla intermitente:



Cuando la advertencia no se puede establecer a la distancia de parada de la señal anunciada, está prefijada por una señal amarilla parpadeante.

La señal amarilla intermitente ordena al conductor que pueda detenerse antes de que la señal de parada antigua anunciada se reduzca mediante la siguiente advertencia, cuya distancia puede ser de solo 500 m.

Cuando la distancia es inferior a 500 m, la advertencia se sustituye por una señal roja parpadeante. La distancia entre la señal amarilla intermitente y la señal que se anunciará deberá ser al menos igual a la distancia de detención.

Señal verde intermitente:



La señal verde intermitente se usa en las líneas donde la velocidad máxima está entre 160 y 220 km / h. Ordena al conductor que reduzca su velocidad lo más rápido posible a 160 km / h, y a más tardar en el panel que lleva la señal antigua anunciada previamente.

Esta señal viene además de la señalización básica normalmente establecida para la velocidad máxima de 160 km / h.

El conductor que haya encontrado una luz verde parpadeante puede, si la siguiente señal tiene una luz verde constante, volver a la velocidad normal cuando el último vagón en su tren haya pasado esta señal.

La señal verde intermitente es equivalente a la señal verde fija para los trenes cuyo límite de velocidad que no supera los 160 km / h.

Franja horizontal de luz amarilla:



Además de la advertencia, la franja amarilla se puede usar para indicar al conductor que ingresará a la vía principal en un cantón corto (ocupación parcial o cierre de una señal de parada intermedia), La velocidad máxima de entrada en este carril no debe exceder a los 40 km / h.

La banda amarilla se agrupa con el panel que lleva el cuadrado que da acceso a la vía corta.

3.5. La señal de limitación de velocidad:

Al cruzar ciertos puntos particulares (desvíos, curvas, estructuras, etc.) o en ciertas partes de vías en mayor o menor medida, puede ser necesario limitar la velocidad del tráfico. Estos límites de velocidad pueden tener un carácter permanente o temporal.

Las limitaciones de velocidad permanentes son:

- Simplemente mencionado en el boletín de trenes (documento conocido por los conductores).
- Señalizado en la vía.

Las limitaciones temporales de velocidad se señalan en la vía.

Cada sección de línea y para cada categoría de tren corresponde a un "límite de velocidad" ingresado en el boletín. Para la misma sección de línea, la más alta de las "velocidades límite" se llama "velocidad-techo".

Los puntos de transición entre las diferentes márgenes de "límite de velocidad" son normalmente puntos particulares que son fácilmente identificables, como desvíos, cruces y obras.

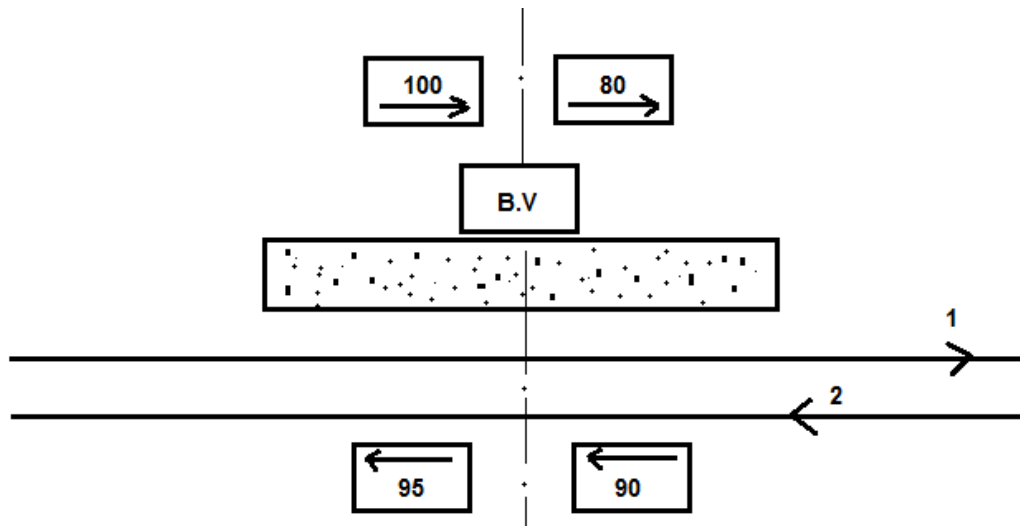


Figura 7: Esquema de límite de velocidad permanentes

Limitación de velocidad:

En ciertos puntos, o en ciertas secciones de la vía de una sección de la línea, puede ser necesario imponer un límite de velocidad con respecto al "velocidad de techo". Luego se hace uso de una limitación permanente de la velocidad señalada en la vía. Por lo general, estas limitaciones se deben observar solo en distancias cortas (menos de 5 km) y, por lo tanto, no se mencionan en el boletín de trenes.

3.6. Otros Tipos de señales en vía:

Además de las señales de parada, los límites de velocidad y las señales que los anuncian a una distancia, hay:

- Indicadores de dirección.
- Señales de salida del tren.
- Pancartas y pinturas con diversas inscripciones.
- Señales de salida de ciertas vías o grupos de cruces.
- Señales específicas para maniobras.

3.6.1. Indicadores de dirección

Indicador de dirección:

En las vías, cuando un límite de velocidad no es suficiente para informar al conductor la dirección geográfica, se instala un indicador de dirección con la mayor cantidad de información sobre posibles direcciones geográficas.

El indicador de dirección, en principio agrupado con la señal de protección de vía, está constituido por una pantalla negra con un borde blanco que presenta, día y noche, luces

blancas dispuestas horizontalmente, el número de estas luces generalmente corresponde al número de serie, desde la izquierda, de la dirección dada.

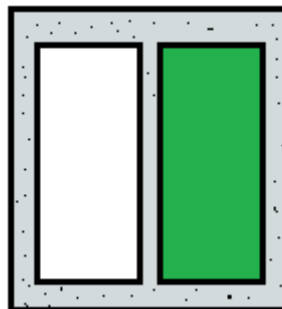


Figura 8: El indicador de dirección

3.6.2. Señales de salida del tren:

La autorización de salida de un tren normalmente la asigna el agente de transporte por medio de una señal de inicio (volante de mano verde y blanco más una señal acústica), También puede ser dado por señales instaladas permanentemente.

Placa cuadrada mitad blanco, mitad verde:



La placa cuadrada mitad blanca, mitad verde identifica las señales cuadradas en las que la autorización de salida viene dada convencionalmente por la única apertura de la señal.

Pancartas y cuadros de diversas inscripciones:

Indicaciones de destinos particulares:

Algunas vías imponen requisitos de regulación mecánica inseparables a la naturaleza de las rutas tomadas o requieren más precauciones (caminos de servicio). Para informar al maquinista, se utilizan pancartas y tablas fijas o móviles que dan en lenguaje sencillo, abreviado o símbolo convencional las indicaciones necesarias.

Ejemplos:



Indica que la dirección correspondiente es un canal de servicio



Indica que la dirección correspondiente es un camino de deposición.



Indique que la dirección correspondiente es un camino sin salida



Indica al mecánico que se dirige hacia una parte de la vía generalmente muy corta entre dos señales cuadradas.

Figura 9: Indicaciones de vías particulares

3.6.3. Señales de salida de ciertos grupos de trayectos convergentes.

La maniobra de un extremo de vía puede requerir la realización de una implementación de señalización específica:

- Una flecha apunta hacia arriba, especialmente identificando el punto donde las regulaciones imponen la parada y se complementan con un indicador luminoso.

Generalmente agrupado con la señal de grupo correspondiente, normalmente desactivada, puede estar de color blanco sobre fondo negro.

La presentación de un número indica al conductor en la vía que lleva el mismo número y que tiene un movimiento para ejecutar en la dirección de la señal que le impide cruzar el cantón que está en obra.

Cuando la señal del grupo cuadrado está abierta:

- La presentación de un número indica al conductor en la vía correspondiente la apertura de la señal.
- La presentación conjunta de un número y la señal luminosa cuando se instala es la autorización de salida para el conductor del tren en la vía correspondiente.

3.6.4. Señales utilizadas para maniobras:

Para la ejecución de una maniobra, el conductor recibe del jefe de la maniobra la información y las órdenes correspondientes dadas por señales de maniobra.

Estas señales incluyen:

- Señales ópticas (señales de mano).
- Señales acústicas.

Se utilizan señales acústicas realizadas por medio de pito o claxon, además en el caso de que el agente de señalización considere necesario llamar por teléfono al conductor.

- Señales luminosas de maniobra.

La señal luminosa de maniobra se instala en ciertos lugares para facilitar las maniobras que implican la ejecución de movimientos de vagones en la vía principal (garaje de un tren por descarga, por ejemplo) o en la vía de servicio.

Constituido por la agrupación de tres unidades con una señal de color blanco, normalmente apagada, permite dar al conductor las siguientes órdenes de maniobra:

- "Lanzar" iluminando alternativamente dos luces blancas en una línea vertical.
- "Rechazar" por la iluminación alterna de dos luces blancas en una línea horizontal.
- "Stop" extinguiendo por completo las luces presentados.
- "Fin de uso de la señal" por la iluminación fija de las tres luces blancas durante 15 segundos

4. Circuito de la vía

4.1. Objetivo:

El circuito de la vía permite la detección automática y continua de la presencia o ausencia del tren en todos los puntos de una determinada sección de la vía, También es interesante detectar roturas en el carril.

De este modo, permite conocer el estado de ocupación de una parte de la vía y la información que proporciona son elementos esenciales para cualquier automatismo ferroviario.

Se utiliza en particular para detectar la distancia entre los trenes, anunciar los pasos a nivel, la inmovilización eléctrica de los puntos y la línea de transmisión de la máquina en el sistema de señalización de la cabina de las líneas con alta velocidad.

Además, garantiza una rápida protección de la circulación mediante el uso de una barra de cortocircuito, en particular para la protección de un obstáculo que está en el la vía.

4.2. Funcionamiento:

El circuito de vía es un circuito eléctrico cuya línea de transporte de energía entre el generador y el receptor está constituida por las dos filas de vía. Estas dos filas están aisladas unas de otras.

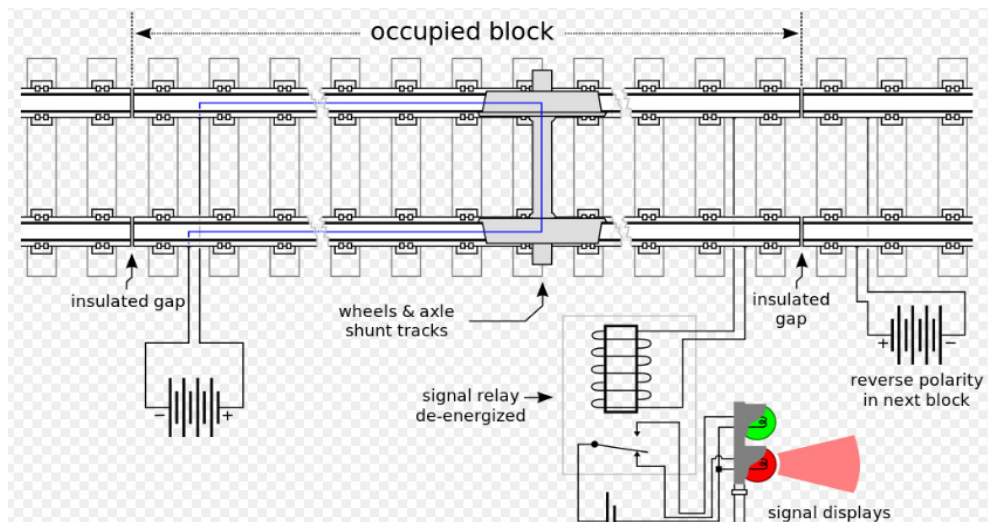


Figura 10: Circuito de Vía

Cuando la circulación está en el tramo de circuito de vía, los ejes establecen una conexión eléctrica de baja impedancia (derivación) entre los rieles. La fuente de alimentación insuficiente del receptor (relé) provoca su desexcitación. Hay que tener en cuenta que la resistencia insertada en el circuito de suministro (aumento de la resistencia interna del generador) provoca una disminución de la tensión y limita la corriente de cortocircuito del generador.

Los contactos de relé se utilizan para establecer o cortar circuitos eléctricos de señalización.

4.3. Construcción de un circuito de vía:

Un circuito de vía está formado esencialmente por:

1. Un generador conectado en principio a un extremo de la sección aislada de la vía.

Este generador existe:

- Para el circuito de vía de tipo antiguo, mediante una fuente de corriente continua o corriente alterna con una frecuencia de paso (50 Hz o 83.3 Hz).
- Para los circuitos de vía más nuevos, mediante un emisor que suministra energía de 24 V CC, energía en forma de corriente alterna ($300 \text{ Hz} < f < 11\,000 \text{ Hz}$) modulada o no.

2. Un receptor conectado al otro extremo de la sección aislada de la vía.

Este receptor consiste en:

- Para circuitos de vía antiguos, por un relé adaptado a la corriente absorbida.

- Para los circuitos de vía más nuevos, ya sea pasivos o activos (que requieren energía local). Este dispositivo garantiza en particular el filtrado, o incluso la amplificación, así como la transformación de la energía recibida para permitir la excitación de un relé.

3. Una línea de transmisión de energía que consiste en una sección de una vía también conocida como "zona aislada", que está aislada eléctricamente en sus extremos:

- Por empalmes aislantes llamados "juntas aislantes",
- Por impedancias formadas por circuitos sintonizados a la frecuencia utilizada y llamados "Juntas de separación eléctrica".

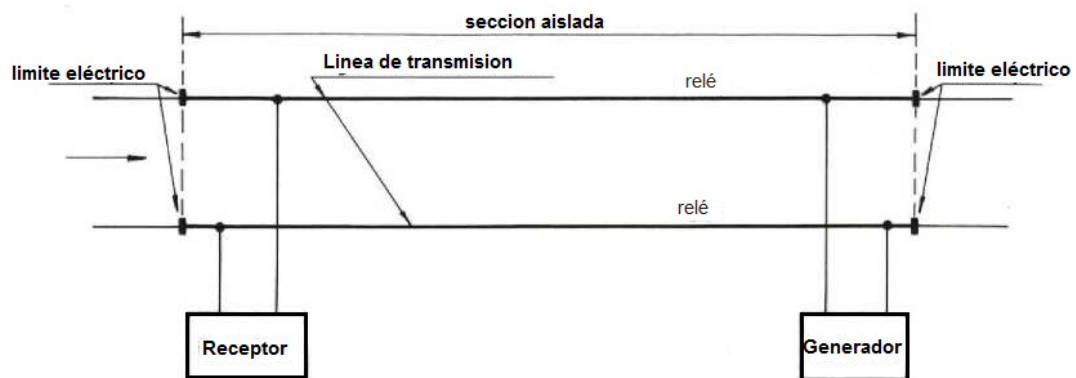


Figura 11: Zona aislada de un Circuito de vía

La conexión entre la fuente de alimentación y la recepción se realiza por rieles de la sección aislada, es necesario que estos:

- Tienen buena conductividad eléctrica.
- Están suficientemente aislados unos de otros.

Dado que el circuito de vía es un elemento fundamental de la seguridad ferroviaria, es esencial que la presencia de un eje se detecte seguramente en todos los puntos.

Esto implica en particular que:

- Las juntas aislantes se enfrentan entre sí para evitar un "orificio de detección".
- La superficie de los rieles está limpia para garantizar un buen contacto con la rueda del riel, ya que cualquier fallo de derivación resultaría "no detección" del tren y, por lo tanto, por un incidente que podría tener consecuencias graves.

Además, su confiabilidad requiere que:

- Todo el equipo en la vía es robusto, los trenes no deben ser dañados.
- Cualquier daño como, por ejemplo, fallo del conductor, fallo del riel o fallo de la fuente, tiene el efecto de producir los mismos efectos que una ocupación de vía.
- La impedancia entre los rieles (aislamiento), es siempre suficiente para garantizar el funcionamiento normal del circuito de vía (relatividad de este aislamiento mínimo y la resistencia máxima de la derivación).

La longitud mínima de un circuito de vía es de 22,5 m, dada la mayor distancia entre ejes del material rodante, para evitar la ruptura del circuito de vía.

La longitud máxima de un circuito de vía depende de su tipo y sus condiciones de uso (desde unos pocos cientos de metros hasta unos kilómetros).

4.3.1. Límite teórico de Shunt:

Definición:

El límite teórico de derivación de operación es el valor de la impedancia no inductiva más alta (resistencia) conectada entre los rieles de la zona aislada, causa la apertura de los contactos de funcionamiento del relé cuando se cumplen las condiciones. Lo más desfavorable a su desexcitación.

Valores:

Se mantuvieron tres valores básicos de derivación teórica límite: 0,15, 0,25 y 0,50 ohmios.

La elección de uno de estos valores se realiza según unos estudios experimentales, de acuerdo con el uso de los circuitos de vía, siendo los criterios habituales:

- 0.15 Ω . a plena línea.
- 0.25 Ω . en las estaciones de tren.
- 0.50 Ω en áreas donde se deben tener en cuenta las consecuencias de las reacciones del aislamiento.

4.3.2. Elementos de la derivación

La derivación en un tren depende de muchos factores:

1. Condición del material rodante.

La resistencia eléctrica de un eje, de rueda a rueda, se mide de manera rutinaria a la salida de las plantas de fabricación o los centros de mantenimiento o reparación. Debe ser inferior a 0.01 Ω .

2. Resistencia de contacto de la rueda de carril.
3. Otros elementos influyen en esta resistencia:
 - Limpieza de la superficie de rodadura de la rueda, casi siempre está garantizada, excepto después de un estacionamiento prolongado.

- Limpieza de la superficie de los carriles, para las líneas con una circulación media o densa, el estado de limpieza suele ser suficiente para que se obtenga un buen funcionamiento de los circuitos de vía.

Para líneas de poco tráfico y, en algunos casos, para líneas de tráfico medio, cuando los rieles pueden cubrirse con elementos no conductores o una capa aislante delgada (chorro de arena, reacción de los rieles al medio salino, etc.). Las secciones en cuestión deben estar equipadas con circuitos de vía de impulsos con alto voltaje, el valor de los picos de voltaje es mayor que el valor del voltaje de ruptura de los elementos no conductores o de una capa aislante delgada.

Además, en ciertas secciones de vía, que generalmente son cortas “ solo con tráfico muy bajo”, el funcionamiento correcto de los circuitos de vía solo se puede obtener al proporcionar los rieles con cables de acero inoxidable soldados en la superficie de contacto de la rueda.

Presión efectiva del contacto rueda-carril:

Es posible que las locomotoras con una carga baja en el eje puedan correr por sí solas (vagones ligeros) y no garanticen la derivación adecuada de los circuitos de vía. Algunos están equipados con gomas, todos están sujetos a medidas especiales de circulación

4.4. Condiciones de funcionamiento de un circuito de vía:

Condiciones desfavorables de excitación del relé de vía:

Cuando un circuito de vía está libre, el relé debe estar excitado incluso cuando se cumplen las siguientes condiciones desfavorables:

- Impedancia máxima del relé (temperatura en el peor de los casos).
- Intensidad máxima de compresión del relé (dados los márgenes de fabricación).
- Voltaje mínimo del generador.
- Mínima resistencia al freno (humedad).
- Máxima impedancia longitudinal de la vía (temperatura más desfavorable).

Condiciones desfavorables de desexcitación del relé de vía.

Cuando el circuito de vía está ocupado, el relé de vía debe desenergizarse, incluso cuando se cumplen las siguientes condiciones desfavorables:

- Impedancia mínima del relé (temperatura más desfavorable).
- Intensidad de caída del relé mínimo (teniendo en cuenta los márgenes de fabricación).
- Voltaje máximo del generador.
- Muy alta resistencia al clima (seco, húmedo...).

- Impedancia longitudinal mínima de la vía (temperatura más desfavorable).

4.4.1. Influencias parásitas en circuitos de vía:

Las influencias parásitas pueden provenir de las energías de la corriente de tracción (subestación, unidades motoras) o de las debidas a los equipos arrastrados (convertidor de aire acondicionado), energías provenientes de circuitos de vía cercanas, corrientes parásitas industriales.

Todas estas influencias imponen la necesidad de tener tipos de circuitos de vía insensibles a estas energías parásitas. En algunos casos, algunos equipos que no son insensibles a todos estos equipos tienen condiciones de uso limitadas (por ejemplo, el circuito de vía de 50 Hz no es válido para circuitos de vía de 25,000 V-50 Hz).

Además, en las vías dobles electrificadas, así como en las estaciones, se establecen enlaces entre los diferentes canales para obtener una baja impedancia para el circuito de retorno de la corriente de tracción. Pero, para detectar sin falta roturas de rieles, es necesario limitar el número de dichos enlaces, llamados "transversales", entre los diferentes canales. Por lo tanto, es necesario tratar estos dos elementos contradictorios, dadas las reglas para implementar estos enlaces "transversales".

4.5. Características eléctricas de los circuitos de vía:

4.5.1. Visión de conjunto:

El circuito de la vía, como cualquier línea de transmisión, puede tener la forma del siguiente circuito:

- L: inductancia de los carriles.
- C: capacitancia entre carriles.
- r: resistencia de los carriles.
- Ri: resistencia de aislamiento.

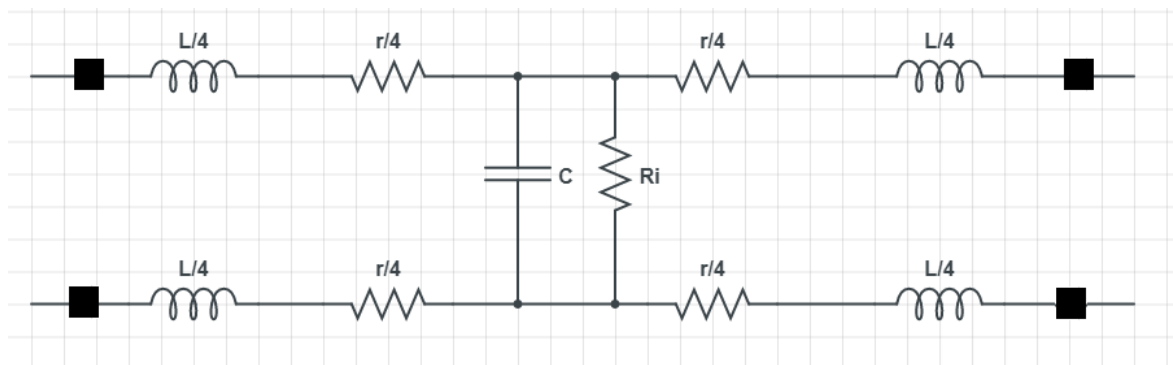


Figura 12: El esquema eléctrico de un circuito de vía

A: Parámetros primarios.

Los órdenes de magnitud de los parámetros primarios son para una vía que consta de rieles de 60 kg / m.

Resistencia longitudinal (r)

La resistencia depende de la frecuencia.

Los valores son, para carriles soldados:

En $f = 0$ Hz, $r = 0.06$ a 0.07 ohm por km de vía.

En $f = 50$ Hz, $r = 0.15$ ohm por km de vía.

En $f = 2000$ Hz, $r = 1.5$ ohm por km de vía.

Para las vías hechas de rieles no soldados, deben empalmarse eléctricamente. El empalme eléctrico se realiza:

- En líneas no electrificadas por cables de 4mm.
- En líneas electrificadas de 1.500 V CC con conexiones de 95 mm² a veces se duplicaron.
- En líneas de alimentación de circuitos de vía monofásicas de 25,000 V-50 Hz con conexiones de 50 mm².

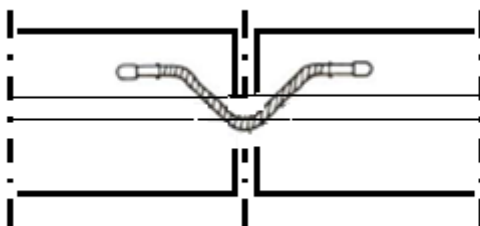


Figura 13: Empalme eléctrico

La resistencia del empalme es de aproximadamente a 0,005 a 0,007 ohm por 4 mm de empalme de cables, unas decenas de microhmios por empalme mediante conexiones de sección fuerte.

Así que vemos que:

- Para las bobinas de CC, en pistas no electrificadas, la resistencia de las ranuradas es de gran importancia.
- Para circuitos de vía de audiofrecuencia (2000 Hz, por ejemplo), la resistencia de las férulas es un factor menos importante en la atenuación, pero sigue siendo una característica esencial para la detección adecuada del riel roto.

En resumen, y aparte de cualquier consideración sobre el retorno de la corriente de tracción. En las vías electrificadas, el empalme adecuado de los rieles es un elemento esencial para el correcto funcionamiento de los circuitos de vía.

Impedancia longitudinal (L)

El riel es un conductor magnético por un lado y el circuito de vía forma un bucle por otro lado.

El coeficiente de inductancia varía según la corriente en el canal y su valor está entre 1 y 2 mH / km.

Resistencia de aislamiento (R_i):

Es una característica cuyo valor varía enormemente de acuerdo con los elementos del entorno del circuito de vía, en particular de acuerdo con las condiciones atmosféricas.

La resistencia de aislamiento varía entre unos pocos Ω .km y varios cientos de Ω .km.

el aislamiento kilométrico nunca debe ser inferior a 2 Ω .km, el mantenimiento en el estado de la vía (contaminación del balasto, ...) debe tener en cuenta esta restricción. Este valor es el valor mínimo utilizado para establecer la configuración de circuito de vía.

Capacidad de corte transversal (C):

Su valor es bajo (del orden de unas pocas décimas de μF / km). En las frecuencias de los circuitos de vía, la impedancia capacitiva transversal es siempre muy alta en comparación con la resistencia de aislamiento. Por lo tanto, este parámetro primario puede ser descuidado. Sin embargo, para aumentar el rango de ciertos circuitos de vía de audiofrecuencia, la capacitancia transversal se puede aumentar artificialmente mediante la adición de capacitores conectados entre las dos filas de rieles (por ejemplo: $C = 22 \mu F$, distancia entre dos capacitores = 100). m).

B. Parámetros secundarios.

Impedancia característica (Z_c):

Muy variable, depende de la resistencia de aislamiento de la vía, así como de la frecuencia del circuito de vía. Su valor puede variar desde unas pocas decenas de ohmios (clima seco) hasta aproximadamente un ohmio (clima húmedo).

Debilitación:

Al igual que la impedancia característica, la atenuación depende principalmente de la resistencia de aislamiento y la frecuencia del circuito de vía.

Los valores varían aproximadamente:

- En $f = 0$ Hz de 0.6 dB / km a 2 dB / km (relación de 1.07 a 1.25 en voltaje o intensidad).

En $f = 50$ Hz de 1 dB / km a 3.5 dB / km (relación de 1.12 a 1.5 en voltaje o intensidad).

- En $f = 2000$ Hz de 6 dB / km a 20 dB / km (relación de 2 a 10 en voltaje o intensidad).

Los valores extremos corresponden al clima seco y al clima húmedo.

4.5.2. Detección del carril roto.

La detección del carril roto se considera necesaria por varias razones, tales como:

- Limitación del riesgo de descarrilamiento del tren por acción inmediata en la señalización y provocando la sustitución del riel roto lo antes posible.
- Posibilidad de no detección de uno o más vehículos en caso de rotura de doble riel.

Debido a la constitución equilibrada del circuito de vía con respecto a la tierra, el diagrama equivalente de una sección corta de la vía l es la siguiente:

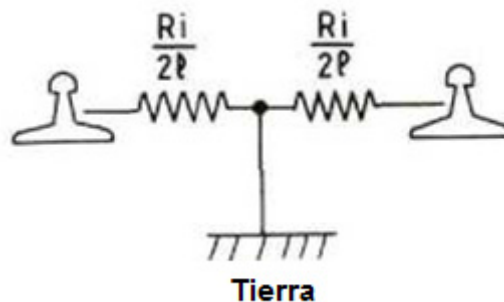


Figura 14: Esquema eléctrico de un carril roto

En este párrafo se hace la simplificación de que la resistencia de cada riel de sección corta a la tierra es: con R_i = resistencia de aislamiento de un kilómetro. Entonces se deduce que un circuito de vía tiene la siguiente representación:

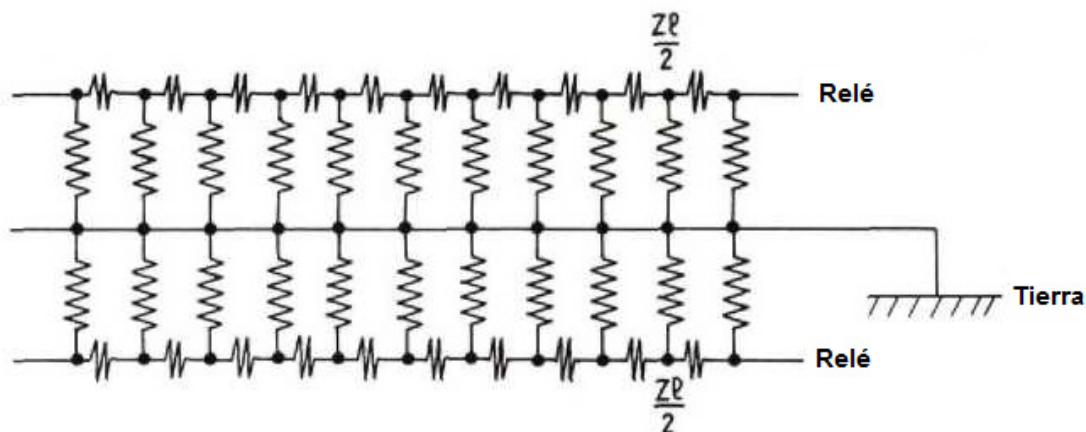


Figura 15: Resistencia de Cada vía de sección corta a la tierra

Con Z : impedancia longitudinal por unidad de longitud.

Durante una ruptura es fácil ver que está unida por grupos en serie y en paralelo de resistencias elementales que consisten esencialmente en las resistencias de aislamiento de vía en relación con la tierra (llamada Resistencia de lastre).

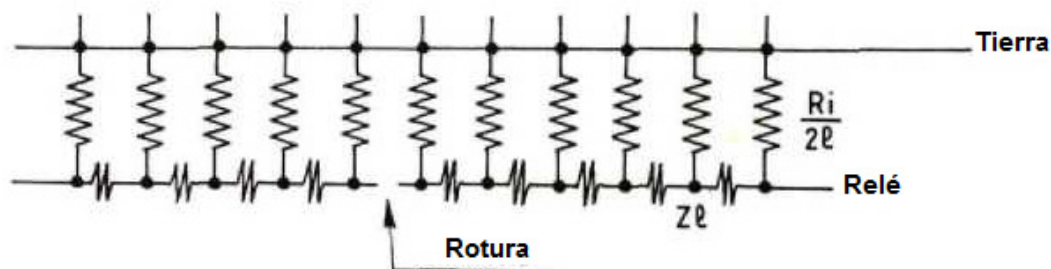


Figura 16: Resistencia de Lastre

La influencia eléctrica de la ruptura en la propagación de energía hacia el receptor es más débil, ya que hay más pérdidas de potencia en el balasto, es decir, en un aislamiento dado, que el circuito de vía es más largo. Esta condición es el factor más importante para limitar la longitud de los circuitos de vía.

4.6. Aislamiento de equipos de vía:

4.6.1. Realización:

En un interruptor, el núcleo de cruce crea un cortocircuito entre los dos rieles. Por tanto, es necesario lograr aislamiento en esta parte con juntas aislantes.

El aislamiento de los interruptores se obtiene:

- Por conexión en derivación también llamada montaje paralelo.
- Por montaje en serie.
- Por montaje mixto.

El aislamiento se hace generalmente en Las dos filas de rieles.

4.6.2. Desviación o instalación paralela

En la rama desviada (antena), la parte de la ruta aislada se alimenta desde la vía directa mediante enlaces llamados "informes de polaridad".

Para permitir la derivación en todos los puntos del circuito de vía, en caso de rotura del riel, cada antenna debe estar siempre alimentada en ambos extremos.

En las líneas electrificadas, estos informes también aseguran el retorno de la corriente de tracción, están constituidos por cables de gran sección con aislamiento de (185 mm² en corriente continua 1 500 V y 75 mm² en corriente alterna 25 000 V-50 Hz).

Este tipo de montaje no requiere juntas aislantes en la trayectoria directa. Es posible que no se detecte una posible rotura del riel en las partes conectadas en paralelo, esta desventaja se ha considerado aceptable debido a la ventaja de que no se rompe la trayectoria directa.

4.7. El circuito de retorno de la corriente de tracción:

4.7.1. Visión de conjunto

En líneas electrificadas, si la vía se corta en áreas aisladas para propósitos de señalización, es necesario asegurar la continuidad eléctrica de esta última para el retorno de la corriente de tracción. Este problema puede ser resuelto por:

- El uso de circuitos de "mono-relé".
- El uso de circuitos de vía "Bi-relé".
- Con juntas aislantes, pero complementado por un aparato que permite que pase la corriente de tracción (conexión inductiva).
- Sin juntas aislantes, pero con juntas separadoras eléctricas.

4.7.2. Circuitos de vía "mono-relé":

Sólo una línea de rieles está aislada. La otra línea (llamada "retorno") se usa para el circuito de vía y para el retorno de la corriente de tracción.

Sabiendo que la línea aislada no interviene en el circuito de retorno de tracción, la impedancia de este circuito de retorno es mayor con el circuito de un relé que con dos riles, lo que resulta en una menor eficiencia energética de tracción.

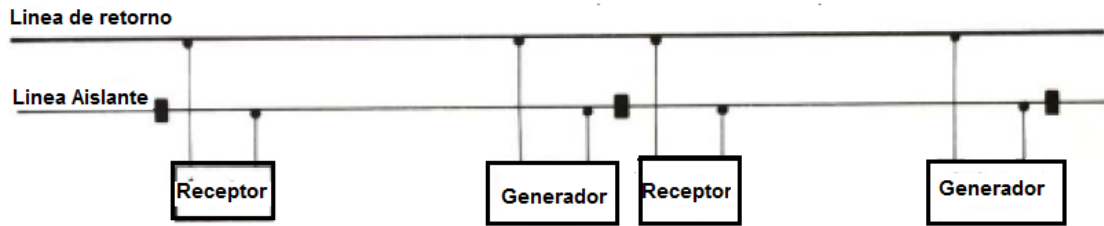


Figura 17: Circuito de vía mono-relé

Además, dado que la línea "aislada" está conectada a la línea de "retorno" solo por conductores de sección pequeña a través del receptor y el generador, no es posible conectar los dispositivos del riel de catenaria (cuando están Temporalmente necesario, especialmente durante el trabajo en la catenaria...).

Por lo tanto, es necesario localizar esta línea aislada. Se utilizan los siguientes dispositivos:



Figura 18: Vía con anillos mecánicos

3.7.3. Circuito de vía «Bi-Relé»

Circuitos de vía con conexiones inductivas:

Para garantizar la continuidad del retorno de la corriente de tracción a las juntas aislantes, al tiempo que se asegura un bloqueo de la corriente de señalización, se utiliza un estrangulador auto centrado, llamado conexión inductiva. La corriente de señalización es, por lo tanto, necesariamente una corriente alterna.

Retorno de la corriente de tracción:

Los dos extremos del devanado formado por conductores de sección grande (barras) de cada conexión inductiva están conectados respectivamente a cada línea de vías. Los puntos medios de las dos conexiones inductivas que pertenecen a los circuitos de vía contiguos se juntan.

La corriente de retorno principal de la corriente de tracción se divide en dos corrientes sustancialmente iguales que se propagan en cada uno de los rieles y atraviesan las medias vueltas de cada circuito de vía en direcciones opuestas.

El flujo resultante en el núcleo magnético de cada circuito de vía es virtualmente cero. Como resultado, esto constituye una impedancia muy baja (del orden de una milésima de ohmio) y la corriente de retorno de tracción "cruza", sin una caída de voltaje apreciable, las juntas aislantes por los puntos medios del circuito de vía.

Si la resistencia de una línea de rieles es mayor que la resistencia de la otra línea (conexiones de riel a riel, diferente grado de acero de los rieles, etc.), el circuito ya no está completamente equilibrado y la intensidad en una cola será mayor que en la otra. El flujo resultante ya no es cero en el circuito de vía y su funcionamiento puede verse afectado, incluyendo:

- En corriente continua por saturación del circuito magnético,
- En corriente alterna por inducción de un voltaje a la frecuencia de la corriente de extracción (50 Hz).

Por lo tanto, es necesario que la intensidad de la corriente de retorno, en cada fila de carriles de una sección aislada, sea sustancialmente la misma, sin embargo, se admite un desequilibrio del orden del 10% entre las resistencias longitudinales de cada uno de los rieles.

Corriente de señalización:

La corriente de señalización es conectada en bucle por las dos filas de rieles montados en serie y se ejecuta, en la misma dirección, la "barra" completa de cada circuito de vía que se comporta como un inductor de alta impedancia.

Un devanado (cable delgado) enrollado en el mismo circuito magnético puede servir opcionalmente como un transformador secundario para transmitir o recibir la corriente de señalización.

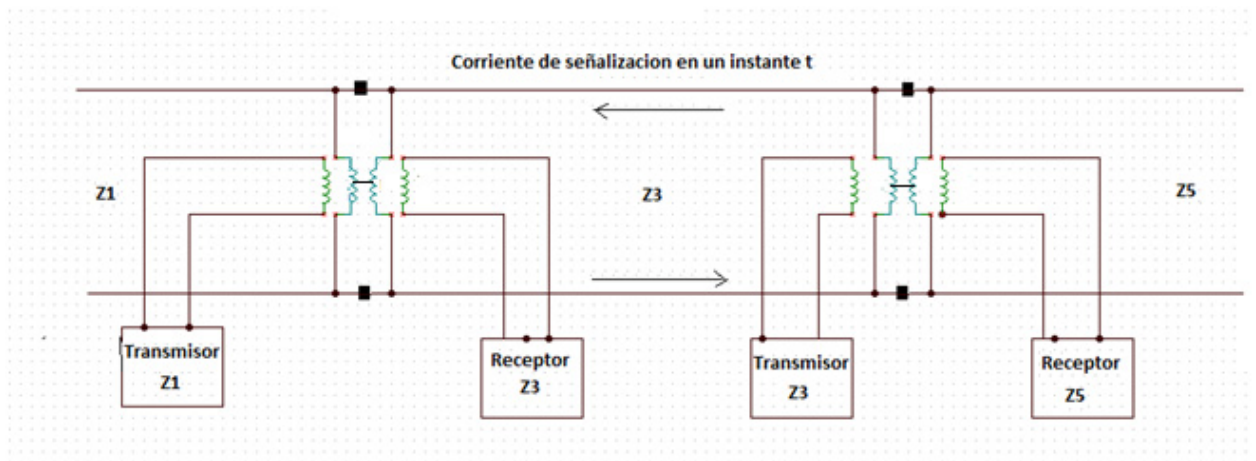


Figura 19: Corriente de señalización en un instante t

Esta disposición se aplica a varios tipos circuitos de vía con corriente alterna y con juntas de aislamiento.

Los circuitos de vía con juntas aislantes requieren:

- El corte de los rieles en la ubicación de las juntas aislantes, lo cual es particularmente problemático en las vías equipadas con rieles soldados largos.
- El uso, cerca del carril, de circuito de vía difícil y complicado, en particular en el caso de líneas de corriente continua electrificadas.

Además, la impedancia del circuito de vía y su cableado aumentan la impedancia del circuito de retorno de tracción y, por lo tanto, las pérdidas de energía.

Por lo tanto, se ha buscado, en particular, evitar el corte mecánico de los carriles, para constituir circuito de vía que puedan funcionar sin juntas aislantes, siendo reemplazadas por "circuitos sintonizados".

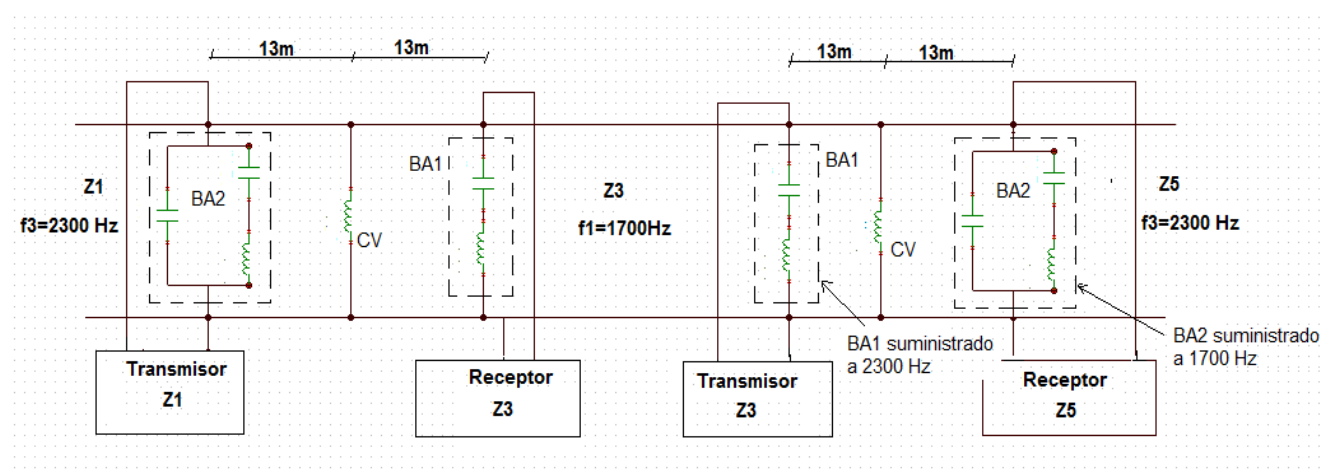


Figura 20: Circuito sintonizado

El conjunto "auto seguidor + inductancia del carril + circuito sintonizado ($BA1$ y $BA2$)" tiene el efecto:

- Garantizar en los extremos de cada circuito de vía, y para la frecuencia del circuito de vía correspondiente, una impedancia terminal suficiente para permitir el funcionamiento normal del equipo de transmisión y recepción.

- Pasar por alto la energía a la frecuencia del circuito de vía para evitar su propagación fuera del circuito.

Este tipo de técnicas se aplica al circuito de vía de audiofrecuencia (1700 Hz).

4.7.3. Conexiones transversales entre las vías

Estas conexiones transversales que se realizan mediante la unión de los puntos medios de los puentes de impedancia en dos caminos contiguos están destinadas a poner en paralelo al mayor número posible de conductores, con el fin de reducir la impedancia longitudinal presentada por el circuito de retorno de la corriente de tracción y, correlativamente, disminuir los voltajes desarrollados entre los rieles y el suelo, por debajo de los valores máximos soportados.

Para no influir de manera negativa en la detección del "carril roto" que normalmente proporciona al circuito de vía, es necesario que las impedancias paralelas se instalan solo en intervalos suficientemente grandes con respecto a la longitud del circuito de vía.

4.8. Juntas aislantes:

4.8.1. Visión del conjunto:

Las juntas aislantes interrumpen la continuidad eléctrica de los rieles, pero deben garantizar la rigidez mecánica de los empalmes. Están metidas a fuerzas mecánicas significativas (tracción, compresión, flexión) para ello constituyen puntos débiles en el camino y pueden ser el origen de incidentes en la operación de los circuitos de vía.

4.8.2. Constitución:

Las juntas aislantes se pueden clasificar en 4 categorías:

1. Uniones aislantes con bridas de madera (para líneas de poca circulación o para situaciones temporales en todas las líneas).

Consisten en dos placas de madera unidas por pernos, un perfil aislante de material sintético se encuentra entre los extremos del riel.

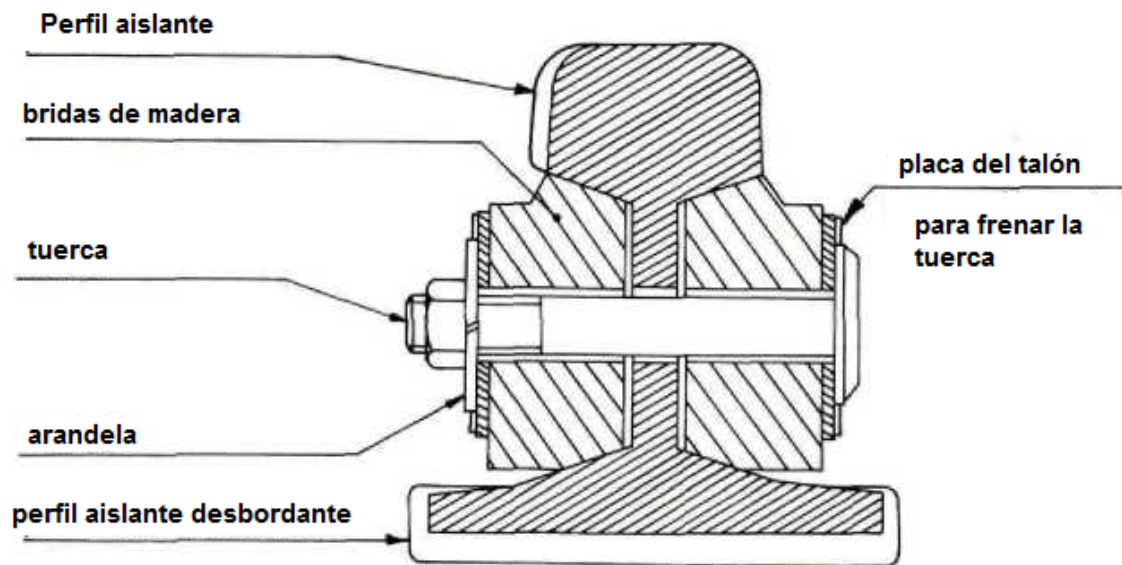


Figura 21: Uniones aislantes con bridas de madera

2. Uniones aislantes con bridas de acero cepillado y fibras de nylon (para líneas de alta circulación y que no están equipados por largos carriles soldados).

3. Uniones aislantes con bridas de goma y de acero (con peligro de extinción).

4. Uniones aislantes soldadas (para líneas con largos carriles)

Estas últimas juntas tienen bridas especiales pegadas al riel por resinas sintéticas con capa intermedia aislante y fuertemente soldada por 6 botones de alta resistencia.

Tienen una buena resistencia mecánica y eléctrica que incluye características que pueden soportar sin deformación o ruptura los esfuerzos de dilatación de los largos rieles soldados.

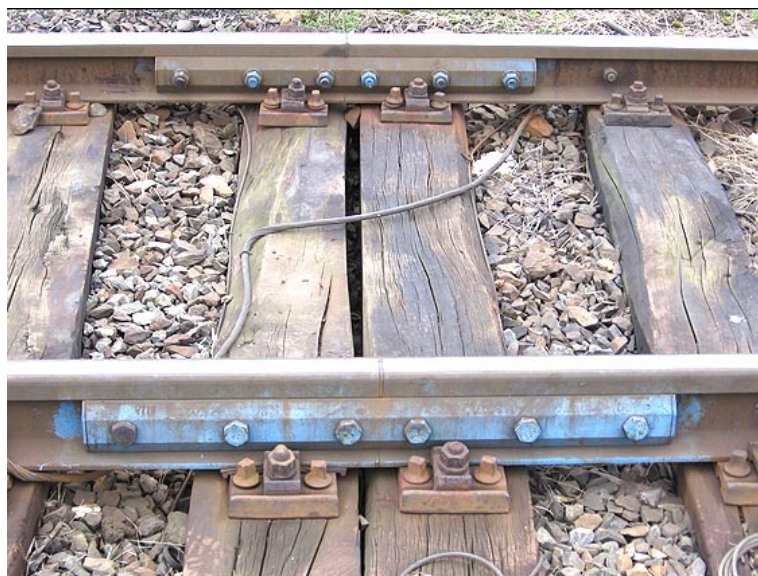


Figura 22: Un riel Unido por adhesivos especiales

- **Observación:**

En los circuitos de vía «Bi carril», las juntas deben colocarse una frente a la otra para evitar la discontinuidad de la derivación (hueco de aislamiento).

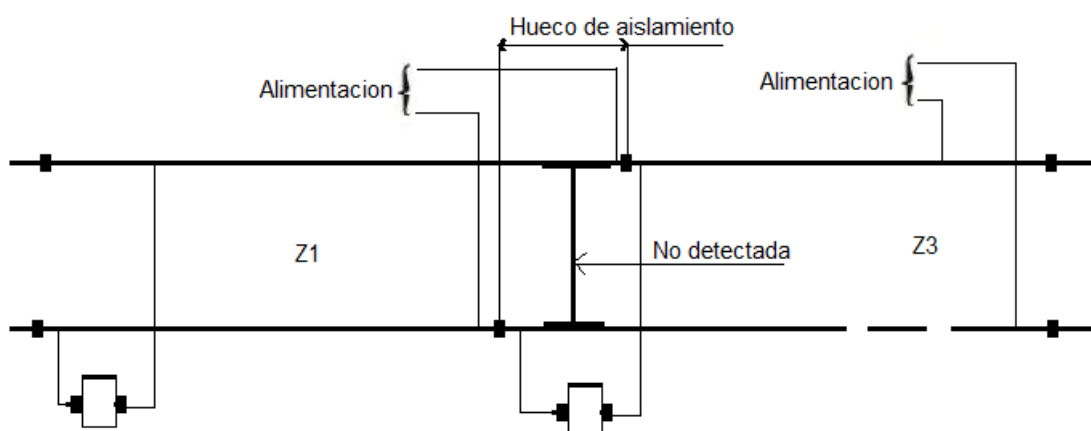


Figura 23: Circuitos de vía Bi-carril

4.9. Protección de circuitos de vía.

Contra juntas aislantes defectuosas conocidas como "juntas quemadas", y entre dos secciones aisladas contiguas, se deben tomar precauciones para evitar, en caso de que fallan las juntas aislantes, la consecuencia de un circuito de vía sobre otro.

En la siguiente figura la fuente de alimentación de la zona 1 provoca la excitación del relé de carril de la zona 3 contigua, a pesar de la presencia de un eje en esta última

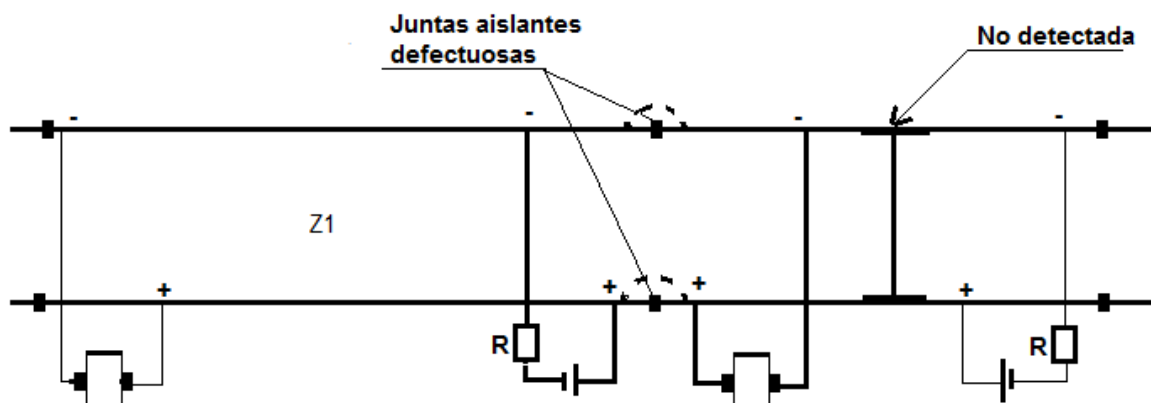


Figura 24: Protección del Circuito de vía

Para evitar este riesgo, se deben tomar las siguientes precauciones

- Establecer diferentes polaridades en cada lado y de cada una de las juntas aislantes.
- Utilice relés de vía polarizados.

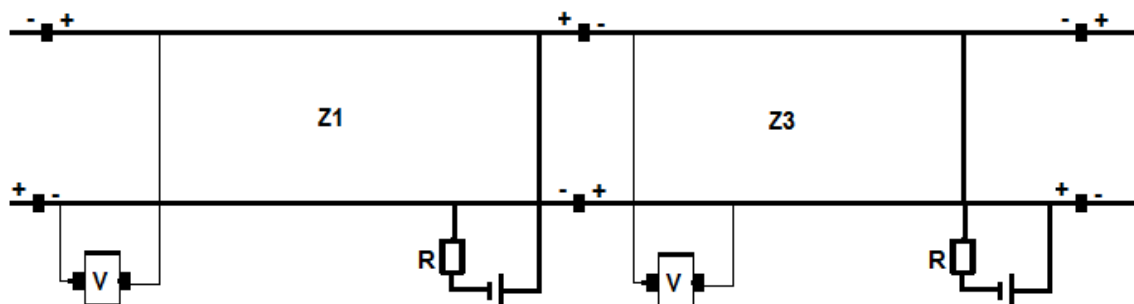


Figura 25: Esquema eléctrico de las juntas aislantes polarizadas

Esta precaución es sistemática. En el caso de que las fuentes de alimentación suministradas de circuitos de vía no sean en corriente continua, es necesario tener fases, o polaridades instantáneas, o diferentes frecuencias, en cada lado de cada una de las juntas aislantes.

4.9.1. Visión de conjunto

La elección de los circuitos de vía depende del modo de tracción utilizado para evitar que este último interrumpa su funcionamiento. Por lo tanto, podemos clasificarlos de la siguiente manera:

- Circuitos de vía para líneas no electrificadas,
- Circuitos de vía para líneas electrificadas:

- ✓ 1500 V en corriente continua.
- ✓ 25 000 V - 50 Hz en Corriente alterna.

Los circuitos de vía más comunes que operan actualmente en Europa son:

- Corriente continua o pulsada (175 pulsos por segundo),
- Corriente alterna 50 o 83,3 Hz.
- En la audiofrecuencia:
 - ✓ Corriente pulsada de 300 y 850 Hz (14 o 20 pulsos por segundo),
 - ✓ Corriente no modulada 8 700 Hz.
 - ✓ Corriente modulada 71: 1,700, 2,000, 2,300 y 2,600 Hz (desviación de frecuencia de ± 10 a varias decenas de pulsos por segundo),
- Pulsos de alta tensión.

Actualmente, solo se usan estos Circuitos de vía:

- Corriente continua con pulsos de alto voltaje (normalmente para áreas de estaciones de conmutación).
- Circuitos de vía tienen juntas de separación eléctricas tipo "UM 71" (Principalmente a plenas líneas).
- Circuitos de vía sin juntas cortas (normalmente para pasos a nivel) .

4.9.2. Circuito de vía con pulsos de alto voltaje:

Condiciones de generales de uso:

El uso de circuito de vía pulsadas está particularmente indicado cuando el estado de los rieles no permite obtener un excelente contacto entre el riel y la rueda debido a la oxidación, el lijado u otras causas de manchas.

Los pulsos de alto voltaje aseguran la ruptura de las juntas aislantes y la reducción de las resistencias de contacto.

Dada esta calidad, los circuitos de vía impulsados se utilizan principalmente en el área de acción de la estación de conmutación. También se pueden utilizar en línea completa. Este tipo de circuito de vía requiere el uso de juntas aislantes.

Principio de funcionamiento:

El principio del diseño del circuito de vía a impulsado consiste en el uso de pulsos de corta duración, separados por intervalos importantes; esta disposición permite la aplicación a la ruta de voltaje del orden de cien voltios con una potencia instantánea de unos pocos kw (mientras que limita la potencia promedio a aproximadamente 50 W).

Los impulsos, de forma asimétrica, son entregados por la unidad transmisora a una velocidad de aproximadamente 3 por segundo mientras proporcionan continuamente la carga de un condensador y su descarga periódica a través del devanado de "cable delgado" de una conexión. Fuente de alimentación inductiva o un transformador.

El circuito de descarga se establece mediante un interruptor electrónico controlado por una base de tiempo piloto.

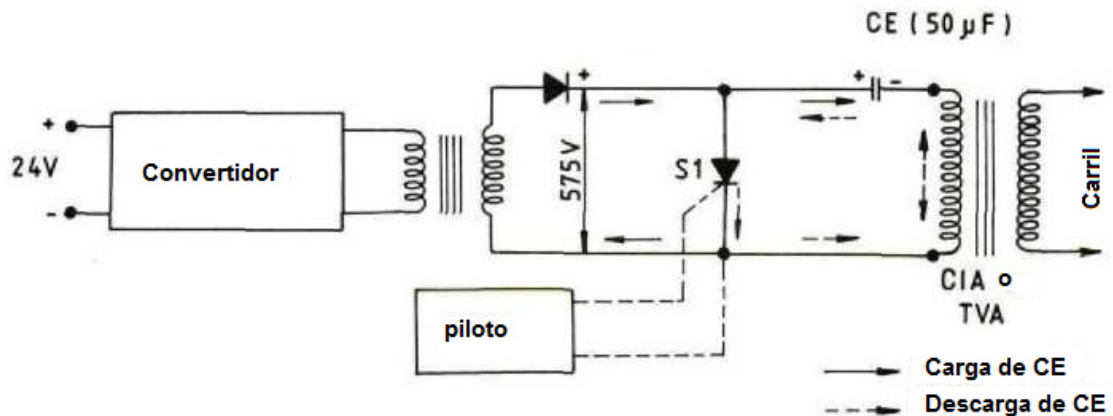


Figura 26: El Circuito de carga-descarga

Este interruptor está constituido por un tiristor, excepto en el equipo antiguo donde se usó un tubo de tiratrón.

La forma y las características de los pulsos así obtenidos se muestran en la figura siguiente:

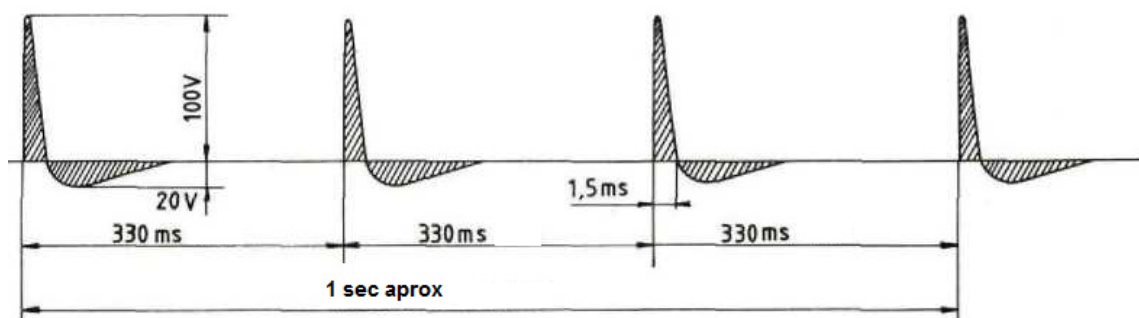


Figura 27: La forma y las Características de los pulsos de un Circuito de carga-descarga

En la recepción, los pulsos son utilizados por la unidad receptora y el relé especial asociado a ella.

Estos 2 dispositivos están diseñados para que el relé no pueda ser excitado o mantenido si la energía recibida no es suficiente, y si la relación entre las partes positiva y negativa de los pulsos no está dentro de los límites adecuado. Esto proporciona una alta protección contra la excitación y el mantenimiento involuntario por una corriente continua parasita o sinusoidal.

El bloque receptor y la unidad de cambio de vía son alimentados por la energía conectada por la vía (excluyendo cualquier fuente local), la unidad receptora comprende 2 celdas integradoras, I y II, que son alimentadas respectivamente por los devanados S1 y S2 de la conexión de recepción inductiva o del transformador del canal de recepción. Los números de vueltas $nS1$ y $nS2$ se eligen para obtener voltajes del mismo orden de magnitud a través de los condensadores C1 y C2, respectivamente, cargados por la parte negativa y la parte positiva del pulso a través de los diodos D1 y D2.

El relé del canal comprende dos elementos V1 y V2, de alta impedancia, alimentados por los condensadores C1 y C2 de la unidad receptora, respectivamente cargados a los voltajes UC1 y UC2.

- El elemento V1 (de 6,800 Q) tiene 2 devanados:
- N1 (40 400 vueltas) colocado en la rama B1 del circuito magnético donde crea un flujo $F1$,
- $n2$ (17,800 vueltas) colocado en la rama B2 donde crea un flujo $f1$.
- El elemento V2 (de 24 000 Q) tiene solo 1 devanado N2 (de 144 000 giros) colocado en la rama B2 donde crea un flujo $f2$.

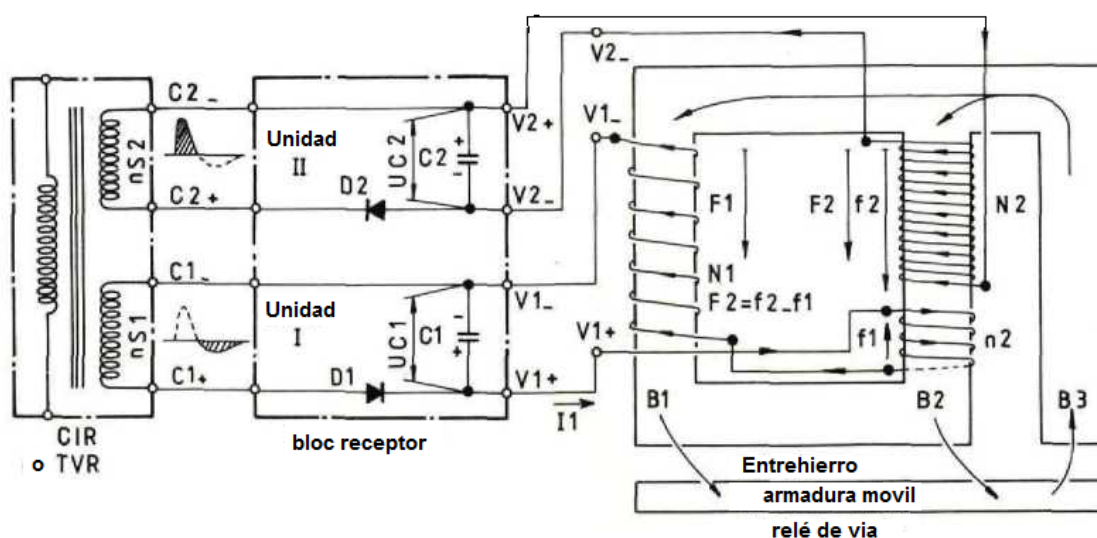


Figura 28: El Relé del canal con dos fuentes V1 y V2

Debido a la disposición de los giros en la rama B2, los flujos f_1 y f_2 son opuestos entre sí y su F_2 resultante es igual a $f_2 - f_1$. En la operación normal, F_1 y F_2 son de la misma dirección y se agregan en la rama B3, así como en la armadura móvil que causa la atracción si cada una de ellas es mayor que un cierto valor crítico correspondiente a 80 At, por otro lado, es suficiente que solo uno de los flujos F_1 o F_2 sea más bajo que otro valor crítico (que corresponde a 70 At) para que el relé se desenergice.

Existen otras variantes de bloque de recepción, que permiten notablemente una mejor protección contra la interferencia basada en corrientes sinusoidales, o en una base de pulsos, pero con constantes de tiempo diferentes de las de la señal deseada.

4.9.3. El circuito de vía con juntas de separación eléctricas tipo "UM-71".

- **Condiciones de uso:**

Las juntas de separación eléctricas tipo "UM-71" se usan generalmente en línea completa. Su uso es particularmente interesante en líneas equipadas con largos carriles soldados. De hecho, los circuitos de vía sucesivos, que necesariamente operan en diferentes frecuencias básicas (2 por canal), están separados por una "junta eléctrica" que no requiere un corte metálico de los rieles.

El circuito de vía puede incluir:

- un transmisor y un receptor colocados respectivamente en cada uno de sus extremos (circuito de vía con "emisión extrema")

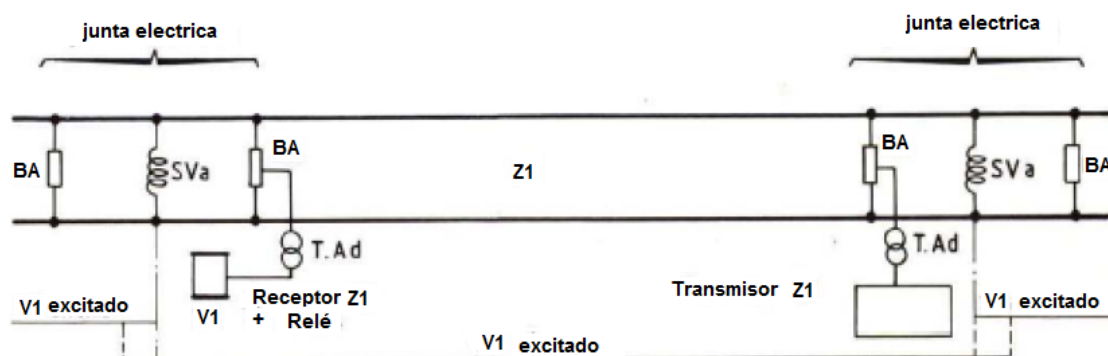


Figura 29: El circuito de vía con juntas de separación eléctricas tipo "UM -71"

- 2 receptores colocados respectivamente en cada uno de sus extremos y un emisor ubicado en cualquier punto intermedio entre estos extremos (denominado Circuito de vía de "emisión intermedia").



En cualquier punto de los circuitos de vía, se puede conectar un conector de información que consiste en un receptor adicional asociado con un transformador de adaptación. La parte de la vía ubicada entre un receptor adicional y el transmisor del circuito de vía (transmisor extremo o intermedio) constituye un circuito de vía de funcionamiento automático.

La captura de información se utiliza principalmente para detectar el paso y controlar el espacio libre de un área corta utilizada en la lógica de funcionamiento de paso a nivel.

El principio del diseño de la junta de separación eléctrica de un circuito de vía es utilizar, en lugar de las juntas aislantes, circuitos sintonizados a las frecuencias básicas de circuitos de vía constituidos por una corta longitud de canales asociados con dos bloques iguales con un estrangulador de vía flotante. La intención de estos circuitos es:

- Evitar que la frecuencia del interés del circuito de vía se extienda fuera de él,
- Omita la frecuencia del circuito de vía contiguo.

Para ello, dos conjuntos de circuitos sintonizados constituyen la junta eléctrica.

El transmisor y el receptor están conectados respectivamente a los terminales de los circuitos sintonizados a través de un transformador de adaptación.

El diagrama de la junta eléctrica se muestra en la siguiente Figura mostrando el comportamiento de la articulación para cada una de las frecuencias en cuestión.

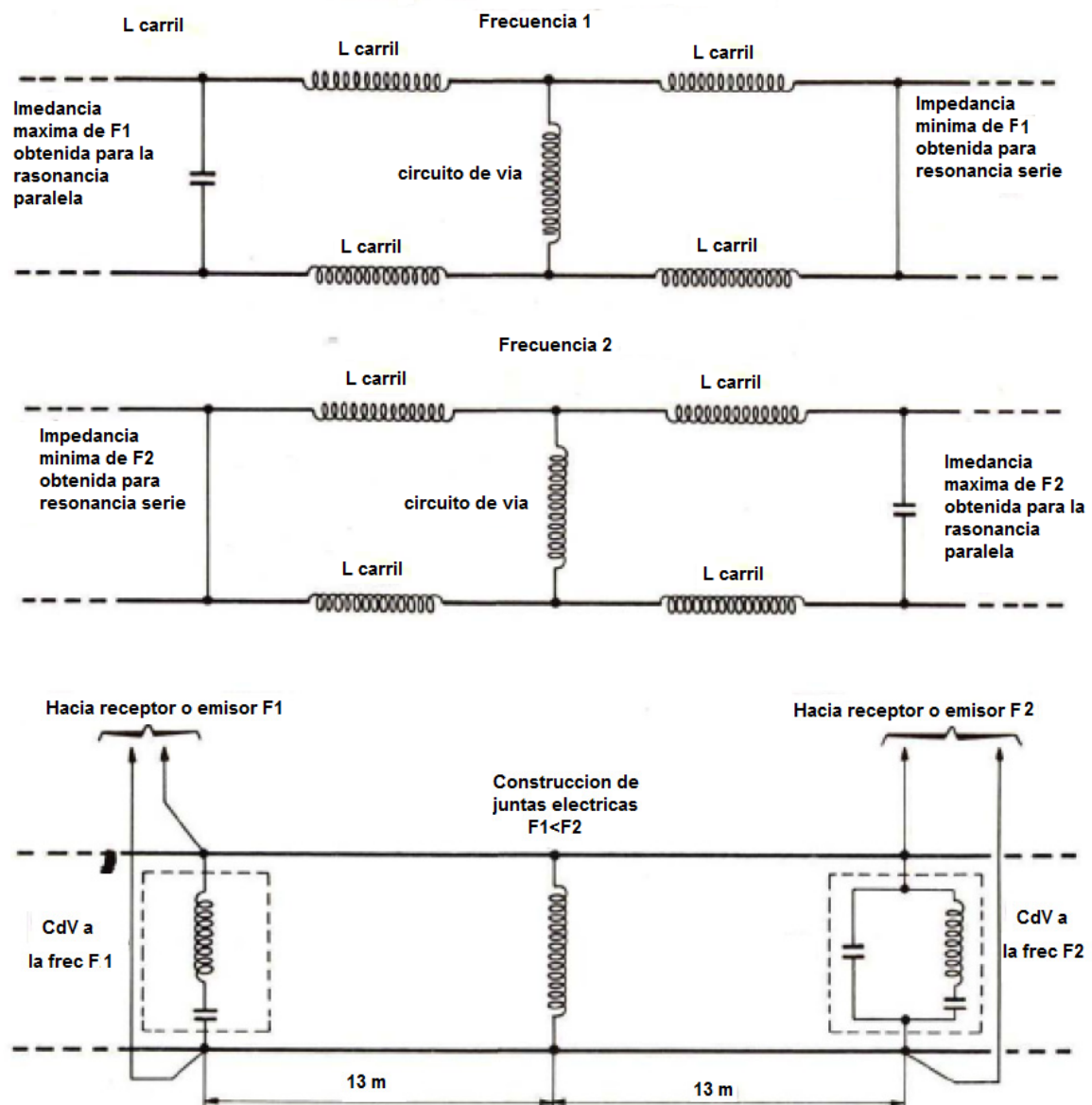


Figura 31: El comportamiento de las juntas eléctricas para cada una de las frecuencias

5.Enclavamiento

5.1. Introducción:

En la señalización ferroviaria, un enclavamiento es un sistema compuesto por un conjunto de aparatos de señales que evita que los trenes se muevan en conflicto al permitir que los trenes reciban autoridad para proceder, cuando las rutas se han establecido, bloqueado y detectado en combinaciones seguras.

La función principal realizada por un sistema de enclavamiento es establecer y bloquear las rutas relacionadas con cada tren ubicado en un área bajo su responsabilidad, a fin de garantizar movimientos seguros a lo largo de la vía.

Establecer una ruta significa seguir una solicitud del señalizador o del sistema de cronometraje, colocar cada interruptor en la posición correcta, bloquearlo allí y mantener este bloqueo, hasta que el tren salga de la ruta afectada.

La lógica de seguridad de enclavamiento se realiza principalmente a través de tablas de control, un conjunto de reglas / restricciones que deben observarse y son una especificación abstracta para el área bajo la responsabilidad de enclavamiento. Las tablas de control de enclavamiento están diseñadas de modo que es imposible mostrar una señal para continuar a menos que se demuestre que la ruta que se va a utilizar es segura. De esta manera, ningún otro tren puede ingresar a una ruta conflictiva hasta que el sistema de enclavamiento lo libere.

A lo largo de los años, el desarrollo tecnológico continuo ha permitido lograr esta función de una manera cada vez más eficaz.

Compartida por varias vías prohíben el uso de señales, aparatos de vía y automatización en condiciones incompatibles con la seguridad de circulación y se liberan a la mayor brevedad cuando la circulación es segura.

El enclavamiento puede ser mecánico, eléctrico o informático. Actúan en general, ya sea inmovilizando un miembro de control (palanca) o cortando circuito de control para provocar el cierre de una señal o para evitar su apertura o prohibición del funcionamiento de una aguja. Se pueden integrar en un sistema, funcionamiento automático sin intervención humana.

Por lo tanto, los enclavamientos proporcionan un gran número de funciones que permiten una operación ferroviaria eficiente y facilitar la aplicación de instrucciones.

En las estaciones de señal moderna debido a la importancia de instalaciones, la multiplicidad de movimientos y las múltiples tareas que resultan para los controladores.

5.2. Definición del concepto de enclavamiento

Seguridad de circulación, desde el plano del carril y el programa operativo mientras minimizando las restricciones en la maniobra.

El enclavamiento se puede dividir en dos categorías:

- Enclavamientos relacionados con el paso de las circulaciones.
- Enclavamiento entre dispositivos.

Hay muchos tipos de Enclavamiento, algunos de los cuales son específicos para configuraciones particulares o modos de funcionamiento. nos limitamos aquí a descripción de las principales acciones implementadas en la Red Nacional de Ferrocarriles.

5.3. Tipos de enclavamiento

5.3.1. Enclavamiento mecánico:

El enclavamiento mecánico entre las palancas de control de señal y los interruptores está destinado a imponer su orden de maniobra. Estos enclavamientos pueden ser de tres formas:

- Por toc.
- Por cerraduras y llaves.
- Mediante mesa de enclavamiento.

5.3.2. Definición de la posición de una palanca:

En la vía o punto en el campo, cada palanca puede ocupar dos posiciones extremas estabilizadas:

• La posición "Normal" (+), que es la posición donde la palanca está más alejada del interruptor, generalmente corresponde a:

- Señal cerrada.
- Interruptor que da la dirección indicada en el diagrama de señalización por un rectángulo blanco o negro.
- Enganche en la posición "arriba".
- Activar el bloqueo.

- La posición "inversa" (-), que es la posición donde la palanca está más cerca del interruptor, corresponde a la posición opuesta a la indicada anteriormente, es decir:

- Señal abierta.
- Referencia dando la otra dirección.
- Enganche en posición "baja".
- Bloqueo eliminado.

Cuando la palanca no ocupa una de estas dos posiciones, se dice "en movimiento" ($\pm$), en una posición o punto en el campo, todas las palancas pueden ocupar la posición normal (+) al mismo tiempo. Siempre deben ser llevados a una u otra de sus posiciones extremas. Cuando hay una dependencia entre dos palancas, pueden ser maniobras solo una después de la otra.

5.3.3. La notación de los enclavamientos:

La notación de enclavamiento es una expresión que traduce, en forma de incompatibilidad, la relación de dependencia existente entre dos o más palancas, cuando se trata de dos palancas, esta relación puede ser simple binario o binario doble, más allá de dos palancas es condicional.

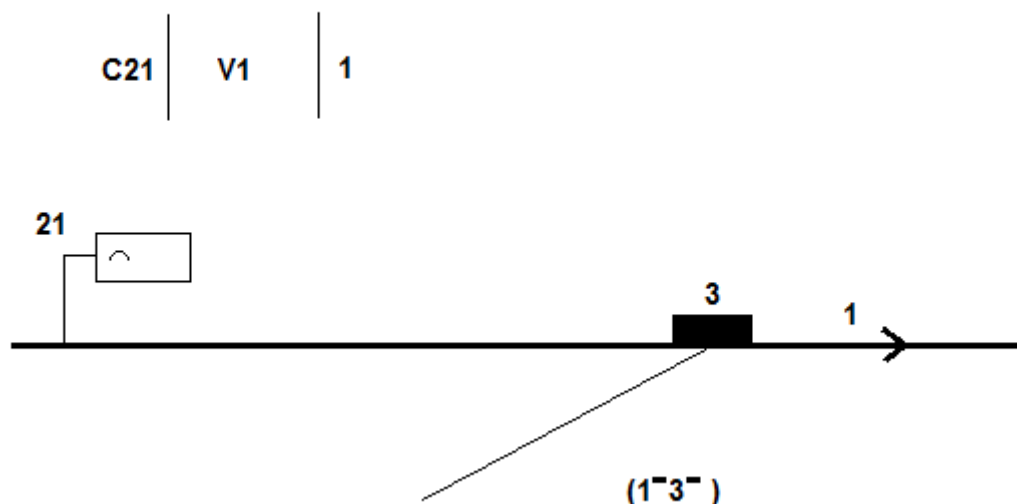


Figura 32: Esquema explicativo del movimiento de palancas

La expresión escrita en la figura significa que:

Cuando la palanca del interruptor 3 está en la posición invertida, es imposible cambiar la palanca 1 del cuadrado 21.

- Cuando la palanca 1 del cuadrado 21 está en la posición invertida, es imposible cambiar la palanca del interruptor 3.

5.3.4. Relaciones Dobles-Binarias:

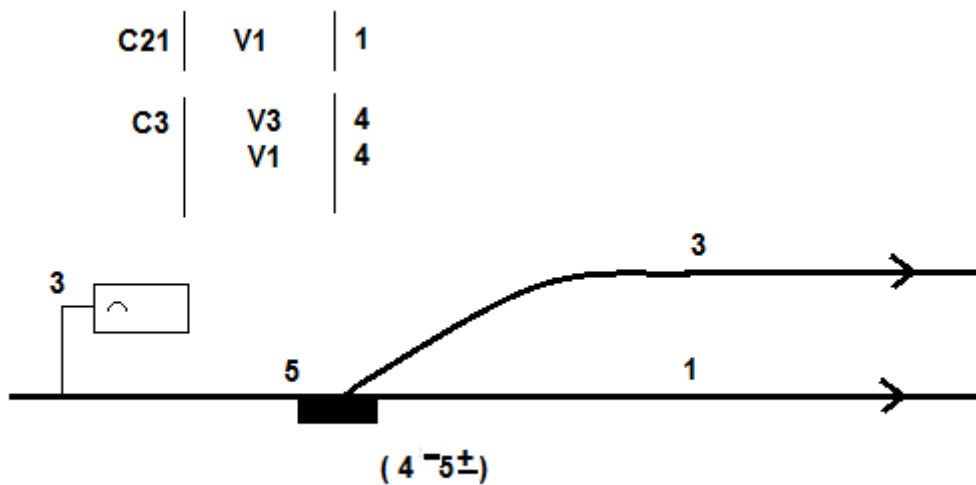


Figura 33: palancas Dobles-Binarias

La expresión en la figura significa que:

- Cuando la palanca 4 del cuadrado 3 está en la posición invertida, es imposible operar la palanca del interruptor 5.

- Cuando la palanca del interruptor 5 se está moviendo, es imposible mover la palanca 4 del cuadrado 3.

La realización de los Enclavamientos:

1) Enclavamientos por toc

Estos enclavamientos permiten realizar solo la relación binaria simple (+ -) entre dos palancas adyacentes "I" con roturas.

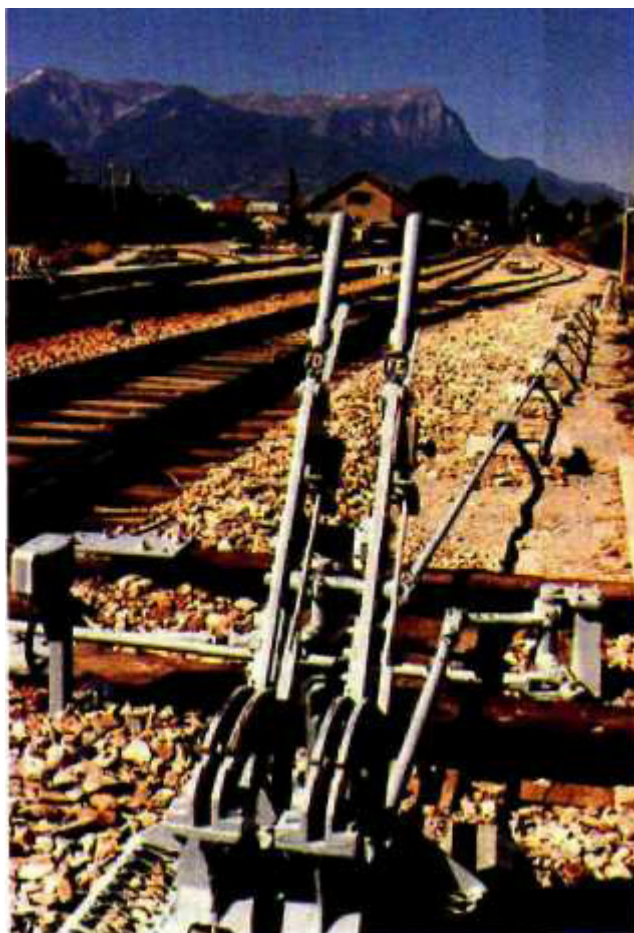


Figura 34: Enclavamientos por toc entre dos palancas adyacentes

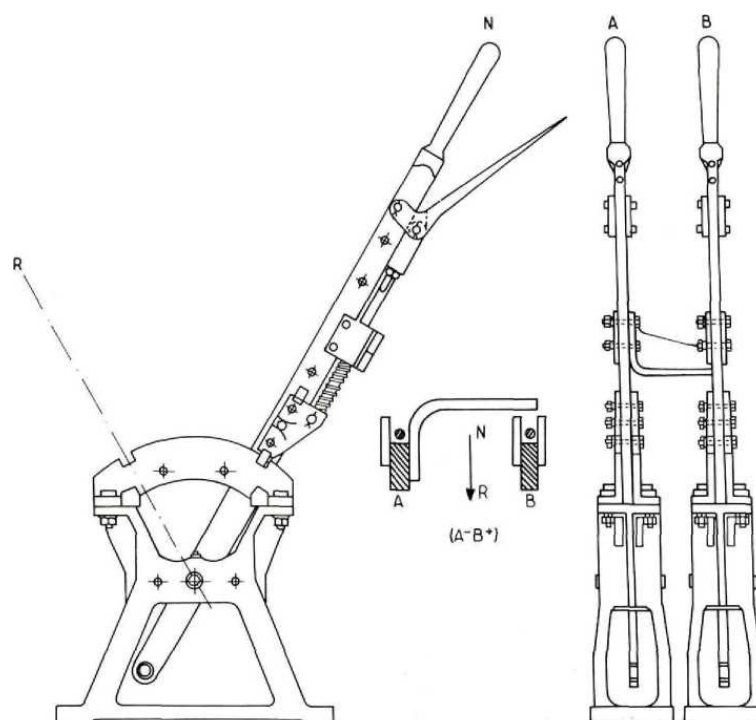


Figura 35: Croquis Enclavamientos por toc entre dos palancas adyacentes

Además, también permiten realizar dos relaciones binarias simples en un grupo de tres palancas.

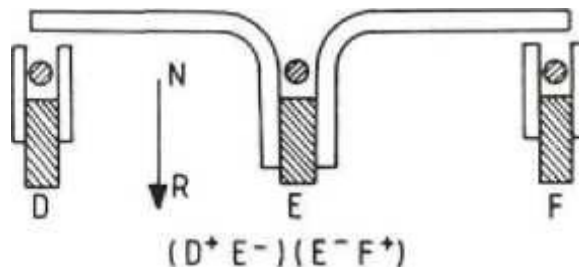


Figura 36: Enclavamientos por toc entre tres palancas adyacentes

2) Enclavamiento con cerraduras y llaves:

Estos enclavamientos permiten realizar todas las relaciones mecánicas, sin mesa de enclavamiento.

Las cerraduras y las llaves se utilizan para acoplar diferentes tipos de dispositivos (palancas, palancas, etc.) ubicados en el mismo punto o alejados (dispositivos "motor de mano" de mecanismos de accionamiento de interruptor eléctrico, dispositivos de operación). seccionadores, puertas de acceso de células de alto voltaje, etc.).

Las cerraduras de bloqueo incluyen:

- cerraduras individuales con clip, con perno sobresaliente, con pestillo, son una o más llaves.
- las cerraduras centrales que contienen un conjunto de cerraduras elementales; La operación de la llave de cada cerradura elemental solicita una barra. Los tapones, las grapas, las cuñas y las balanzas dispuestas juiciosamente enganchan las barras entre ellas, permitiendo liberar o aprisionar sus respectivas llaves.

Enclavamiento con cerraduras individuales:

Cada cerradura individual inmoviliza el miembro de control en la posición inversa del signo asignado a este órgano en la incompatibilidad realizada.

En el caso de una cerradura con llave, este cuerpo queda inmovilizado cuando la llave está ausente. Tan pronto como la llave está presente y girada en la cerradura, este órgano se libera y su maniobra aprisiona la llave.

En el ejemplo de la figura siguiente presenta el cierre del disco D1 libera la tecla D1 y permite liberar el mecanismo de inversión de la palanca del interruptor A. La inversión de esta palanca atrapa la tecla D1 y libera la tecla BN, que a su vez permite la inversión de interruptor B.

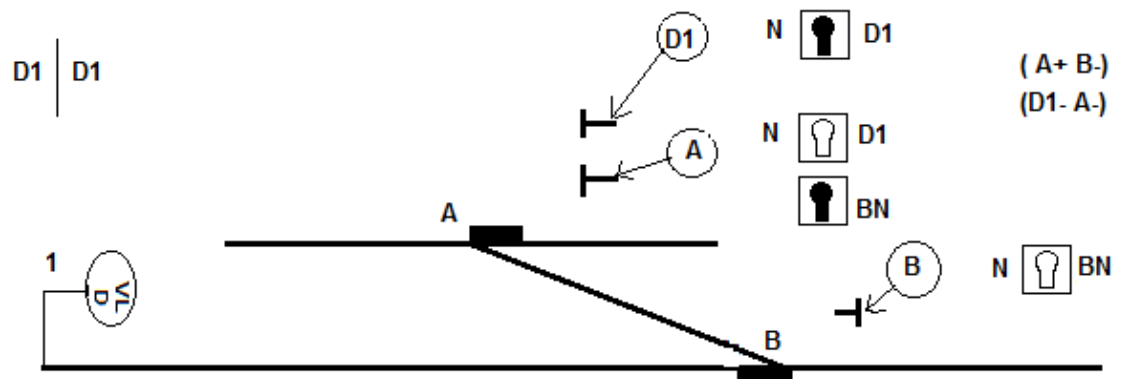


Figura 37: Enclavamiento con cerraduras individuales

Roturas de la palanca "I" equipadas con dos cerraduras "S" con un pasador y una llave.



Figura 38: Roturas de la palanca "I" equipadas con dos cerraduras "S" con un pasador y una llave

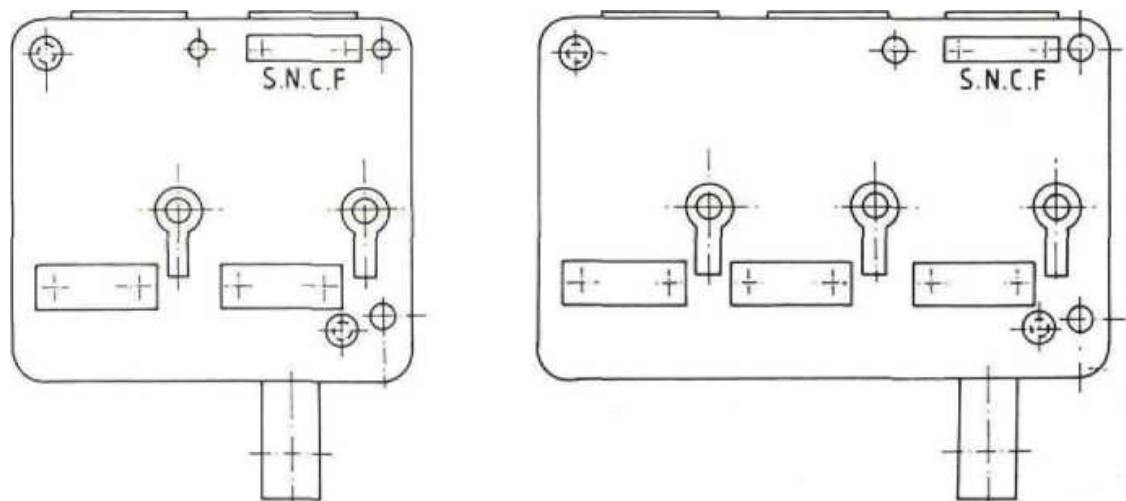


Figura 39: Cerraduras de un pasador y de 2 y 3 llaves

Nota:

En estas diferentes cerraduras, todas las llaves deben estar presentes y giradas para que el perno se retraiga. A la inversa, "el perno refractado hace que todas las llaves queden atrapadas.

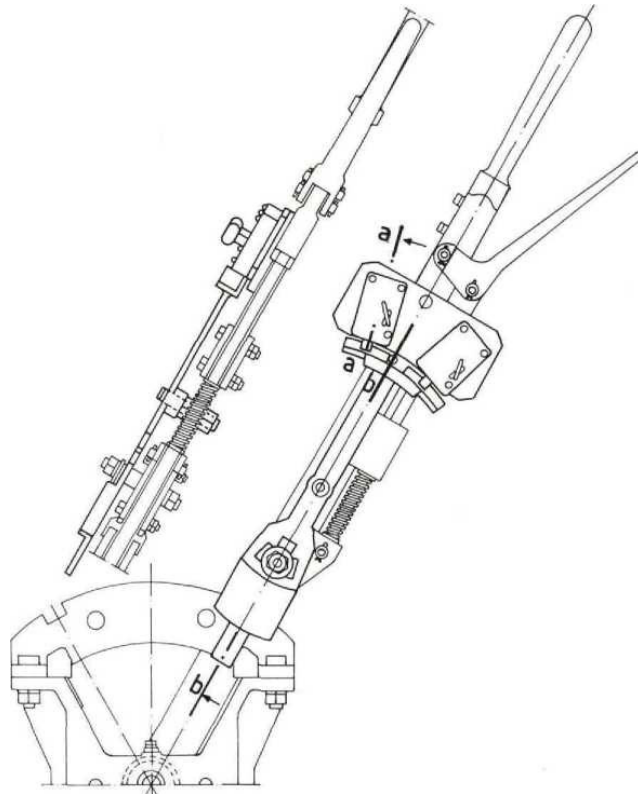


Figura 40: Palancas "I" con roturas: enclavamiento mediante pasadores y con una llave

Enclavamiento mediante cerraduras centrales:

Uso de cerraduras centrales.

Las cerraduras de bloqueo central agrupan las llaves de varios dispositivos de un establecimiento. El enclavamiento múltiple que proporcionan entre estas claves puede reducir el número de bloqueos con 2 o 3 llaves, instaladas en los dispositivos.

Estas claves solo pueden retirarse de la cerradura central cuando la clave de la señal o las claves de las señales que deben cerrarse para proteger los dispositivos a maniobrar han quedado atrapadas en la cerradura.

Constitución de una cerradura central.

Los órganos de una cerradura central están montados dentro de una carcasa provista de una tapa:

- las barras horizontales, reservadas para las señales, se accionan mediante teclas con entrada horizontal,
- Las barras verticales, reservadas para interruptores, se operan mediante teclas de entrada vertical.

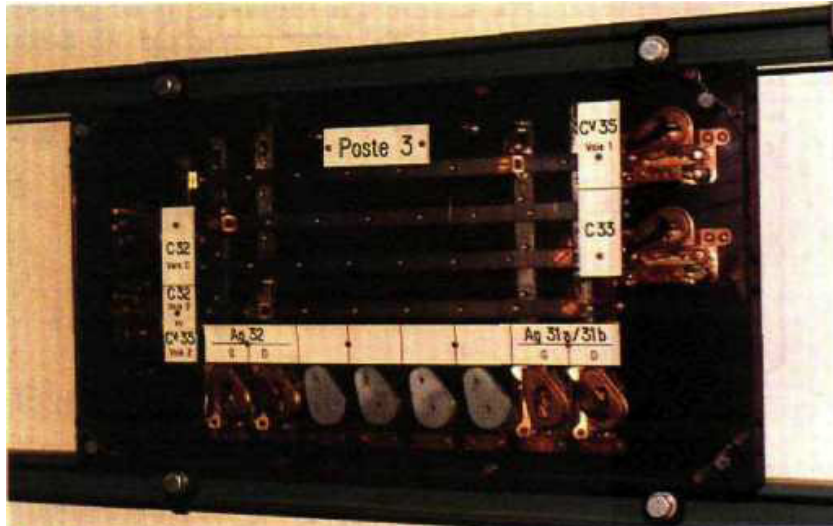
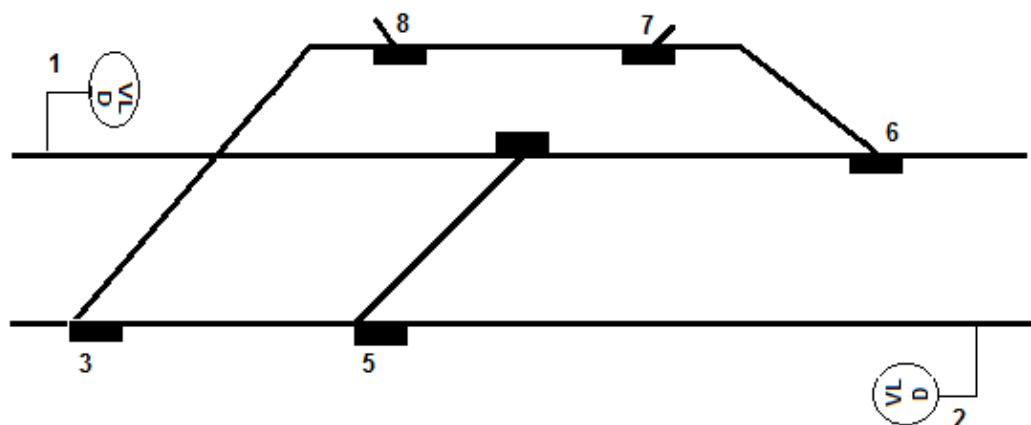


Figura 41: Cerradura central de una pequeña estación

Cerradura central de una pequeña estación, equipada con una cubierta transparente que permite ver el detalle de la realización de los diferentes enclavamientos entre las barras horizontales y verticales.

La siguiente figura muestra el ejemplo del uso de una cerradura central de 8 llaves para proteger la maniobra de una pequeña estación en una línea de doble vía. En este ejemplo, solo se hacen cierres binarios entre barras horizontales y verticales.



Enclavamiento a realizar :

(1- 4-) (1- 6-) (1- 7-)
 (1- 3-) (1- 8-) (1- 5-)
 (2- 5-) (2- 3-) (2- 8-) (2- 4-)

Figura 42: Una Cerradura central de 8 llaves

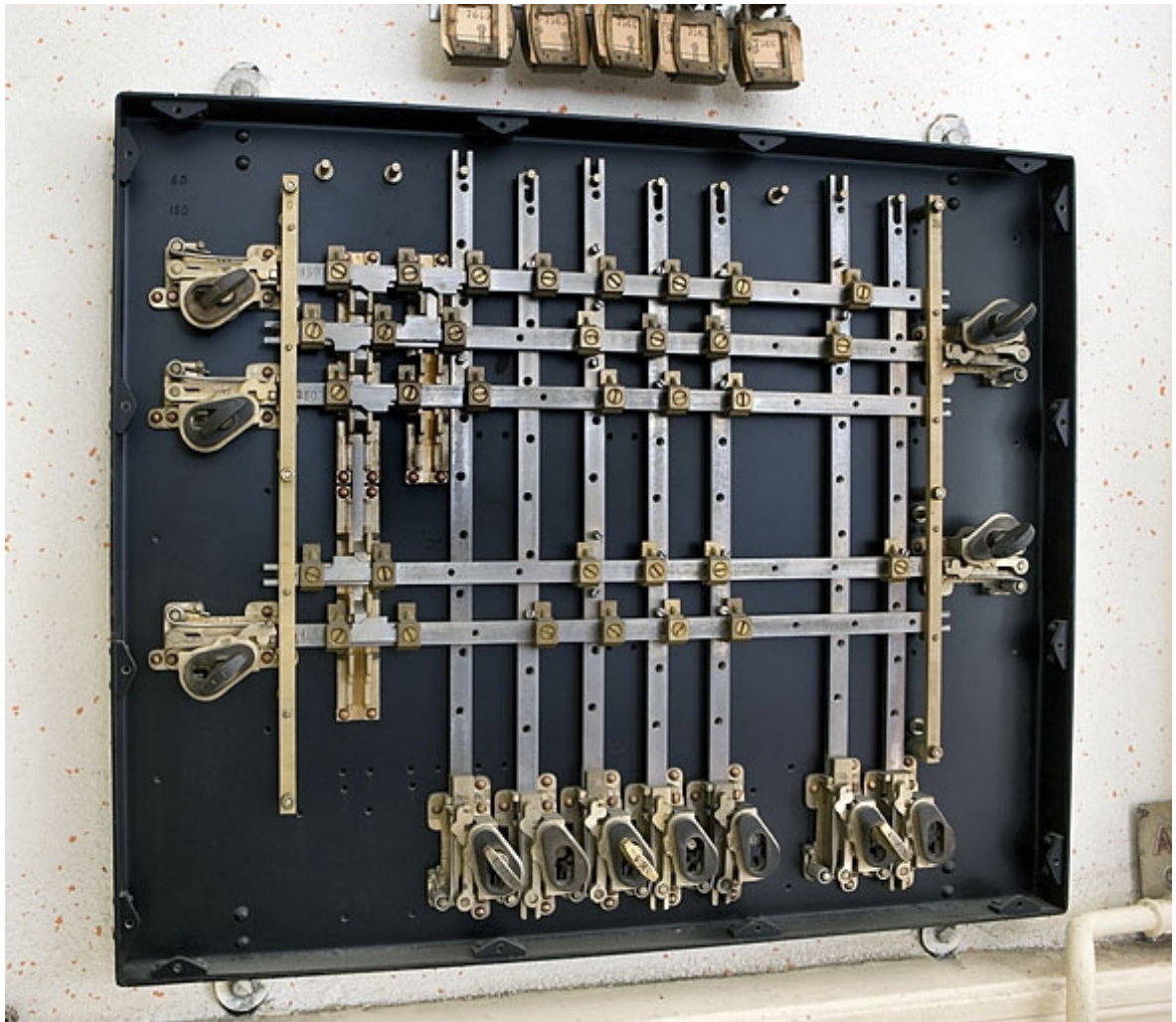


Figura 43: Diagrama del enclavamiento de una pequeña estación mediante bloqueo central y bloqueo de las palancas de control del aparato

5.4. El enclavamiento eléctrico:

El enclavamiento eléctrico completa el enclavamiento mecánico en la mayoría de las subestaciones, Incluso proporcionan todas las condiciones de seguridad en las posiciones más recientes.

Se pueden clasificar en dos categorías:

- Enclavamiento vinculado al paso del tráfico (enclavamiento de aproximación, enclavamiento de tránsito, etc.).

- Enclavamiento entre dispositivos (señales de enclavamiento, interruptores, enclavamiento, etc.).

Procedimiento del enclavamiento eléctrico:

- Mediante la inmovilización de una palanca o un miembro de control, a través de un bloqueo electromecánico.
- Cortando un circuito de control, de modo que:
- Provocar el cierre de la señal luminosa o señal mecánica o impedir su apertura,
- Prohibir el funcionamiento eléctrico de un interruptor.

Enclavamiento de acercamiento:

El enclavamiento de acercamiento tiene como objetivo evitar cualquier modificación de una ruta establecida al aproximarse a un tren cuyo conductor pudo haber visto en la apertura la primera señal de anuncio (A, (A) o (VL)) relacionado con la protección de esta vía.

Este compromiso se materializa geográficamente mediante una "zona de aproximación Actúa sobre el sitio de protección que "se engancha en la apertura". Por lo tanto, los interruptores se inmovilizan debido a su acoplamiento por la señal abierta.

Sin embargo, el conmutador tiene un interruptor libre (no activado) que cierra la señal llamada "Cierre del cuadrado" (CC) que permite, si es necesario, cerrar el cuadrado en cuestión, el bloqueo de acercamiento se mantiene.

El enclavamiento de acercamiento se aplica normalmente a los cuadrados de la vía principal que protegen los desvíos.

Enclavamiento en circulación.

enclavamiento en circulación., como el Enclavamiento de acercamiento, tiene como objetivo evitar cualquier cambio en la vía establecida frente a un tren cuyo conductor no pudo detenerse antes de la protección de la señal.

La diferencia entre los dos enclavamientos es que el enclavamiento de acercamiento solo actúa en el caso de la ocupación de un área aguas arriba de la señal de protección de la vía, mientras que el enclavamiento en circulación., realizado en Las instalaciones que no incluyen circuitos de vía con agua arriba del cuadro se activan tan pronto como la señal es ordenada en la apertura, incluso en ausencia de la llegada del tren, y por lo tanto su lanzamiento no puede ser inmediato.

6. Sistemas automáticos de protección de trenes

6.1. Sistemas de señalización en Europa

6.1.1. Definición:

En este apartado se realiza una descripción de algunos sistemas que suelen usar en la unión europea para desarrollar usos de control y protección de trenes. Se plantea primero una pequeña descripción de los grandes sistemas importantes en Europa y luego veremos los sistemas aplicados en España.

La variedad y diferencias de sistemas de señalización en Europa es enorme por tanto la unión europea definiese un sistema único, para facilitar la circulación de los trenes de media y alta velocidad en el ámbito europeo de control y señalización que se llama el ERTMS, y esto se hace mediante el uso del ETCS (Sistema europeo de control de trenes) y GSM-R (sistema global para comunicaciones Móviles en trenes).

Estos sistemas no se han generado con acuerdo a normativas europeas comunes y por tanto son sistemas propios sus proveedores pueden tener derechos de patente sobre sus diferentes especificaciones. El mantenimiento de estas especificaciones no tiene que impedir la aplicación de normativas europeas sobre todo con las relativas a las patentes.

Durante la fase de transición, en la que estos sistemas irán sustituidos de forma gradual por el sistema único, en lo que necesitamos muchos años para gestionar los guiones técnicos de manera que alcanza la interoperabilidad entre los diferentes sistemas. Esto es responsabilidad del estado miembro de la UE en colaboración con el proveedor del sistema respectivo. Las empresas del transporte ferrocarril que necesitan instalar uno o más de estos sistemas en sus trenes para lograr una instalación compatible y segura.

Nos vemos hasta el día de hoy situaciones complejas que se siguen resolviendo con el cambio de conductores en las fronteras o el cambio de locomotoras, no solo por la señalización sino por otros motivos como el ancho de vía, normativas de circulación, tensión de alimentación etc.

Sistemas de señalización usados en la unión europea:

Hay diversos sistemas de señalización en los distintos países de la unión europea, vamos a ver los más conocidos al nivel europeo.

La señalización ATP (Protección Automática de Trenes) contenida en los circuitos de vía se transmiten al tren. Se detectan mediante antenas de captación (generalmente dos) montadas en el extremo delantero del tren debajo de la cabina de conducción. Estos datos se pasan a un procesador de decodificación y seguridad incorporado. La velocidad permitida se compara con la velocidad real y, si se excede la velocidad permitida, se inicia una aplicación de freno. En los sistemas más modernos, los datos de distancia a recorrer también se transmitirán al tren. Los datos también se envían a una pantalla en la cabina que le permite al conductor de un tren impulsado manualmente responder y conducir el tren dentro del rango de velocidad permitido.

En el lado de la vía, los aspectos de la señal de las secciones siguientes se monitorean y pasan al generador de códigos para cada bloque. El generador de códigos envía los códigos apropiados al circuito de seguimiento. El código se detecta por las antenas en el tren y se pasa a la computadora a bordo, la computadora verificará la velocidad real del tren con la velocidad requerida por el código y causará una aplicación de frenos si la velocidad del tren es demasiado alta.

6.2. Grabador estático “ATESS”

6.2.1. Descripción general:

El propósito del grabador estático es almacenar información basada en

Tiempo y espacio recorridos en relación con:

- Identificación del conductor
- Las acciones del conductor.
- El estado de la señalización.
- El estado del equipo de seguridad (armado, desarmado ...).

el grabador memoriza las variaciones de sus entradas en los siguientes tres archivos:

- El archivo larga trayectoria (LT) que contiene todos los eventos que ocurrieron durante diferentes misiones del tren. Este archivo se encuentra en el casete y no se utiliza solo en presencia de información "P.INF"

- Dos archivos de fin de trayectoria (FT) que contienen los últimos eventos ocurridos

Durante las diferentes misiones del tren. Un archivo se encuentra en la grabadora

El archivo principal es la larga Trayectoria, la reconstrucción de la trayectoria se realiza desde este archivo Los archivos de fin de trayectoria proporcionan redundancia para los últimos eventos.

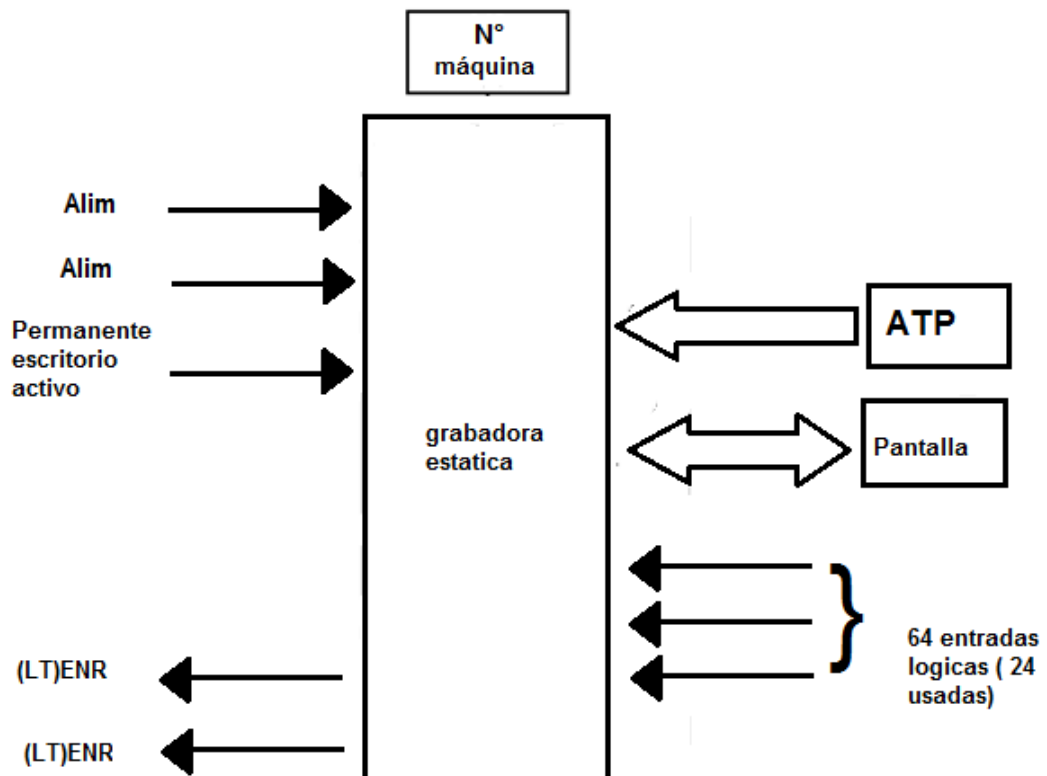


Figura 44: Esquema de un Grabador ATESS

6.2.2. Obtención de la información:

El registrador estático registra continuamente:

- Señales de reloj en tiempo real alimentadas a través del convertidor que asegura la alimentación de memoria permanente en todas las situaciones posibles, especialmente en el arranque del motor Diesel.
- Información de velocidad V4 (onda cuadrada 12V, frecuencia 80 Hz + 10Hz / km / h) que recibe desde el tacómetro.

La información de velocidad de V4 se registra:

- Como mensaje con su identificación,
- Como contexto para la otra información, en los 3 archivos, entonces es Leer y comparar con la información de velocidad V5 recibida en otro lugar.

En caso de un desplazamiento de más de 10 km / h entre V4 y V5, durante la comparación, la grabadora señala un fallo activando un micro-disyuntor.

Además, 22 información lógica de la lógica en el cuadro de Baja tensión de la locomotora también Se almacenan cada vez que cambian de estado.

Centro de Tacómetro:

El centro del tacómetro tiene la siguiente misión:

- Medir la velocidad de la locomotora.
- Proporcionar al mecánico información de velocidad segura.
- Proporcionar información de velocidad a la grabadora y al ATP. Este último recibiendo en más información espacial.
- Proporcionar umbrales de velocidad para el DAAT (Dispositivo automático de parada del tren), funciona sobre la velocidad, y afecta sobre la protección directa de los frenos.

6.2.3. Puesta en servicio:

El tacómetro se pone en marcha tan pronto como el seccionador de baterías. La grabadora también funciona continuamente, esto Permite, en caso de fallo del equipo líder, guardar en los archivos de la locomotora alguna información tal como la velocidad o algunas entradas lógicas.

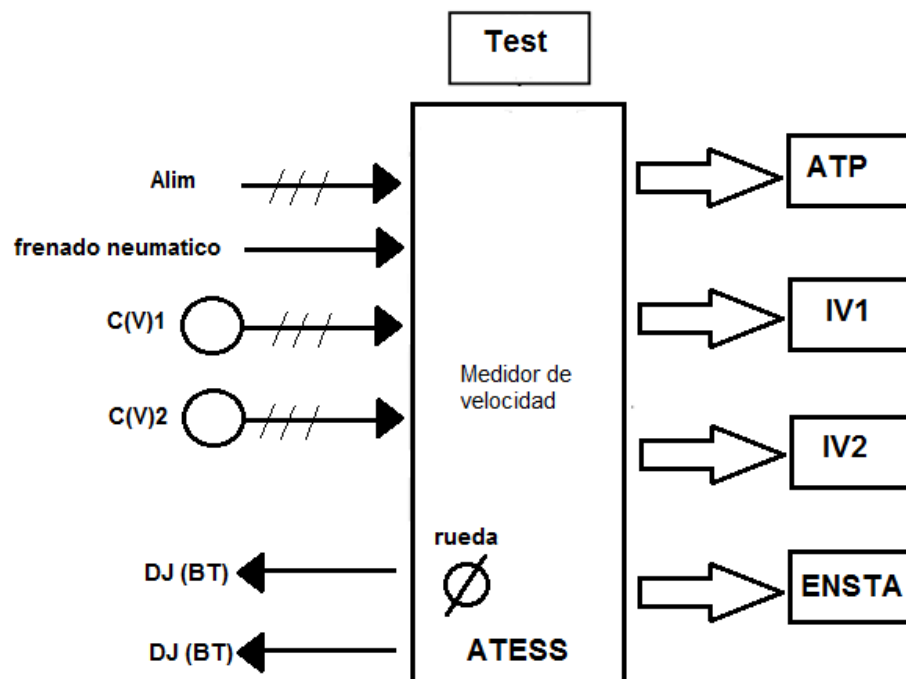


Figura 45: Medidor de Velocidad

6.3. Medición de la velocidad:

La medición de la velocidad se realiza mediante un conjunto de 3 aparatos, cada uno de los cuales genera una información. Cada aparato determina su velocidad de referencia a partir de:

- Dos señales recibidas de dos sensores de motor separados
 - Bogie 1 eje 3 para velocidad de referencia.
 - Bogie 2 eje 4 para velocidad auxiliar.
- Información desde un interruptor que permite la corrección del cálculo en función de diámetro de rueda.
- Información lógica que indica la presencia de frenos neumáticos.

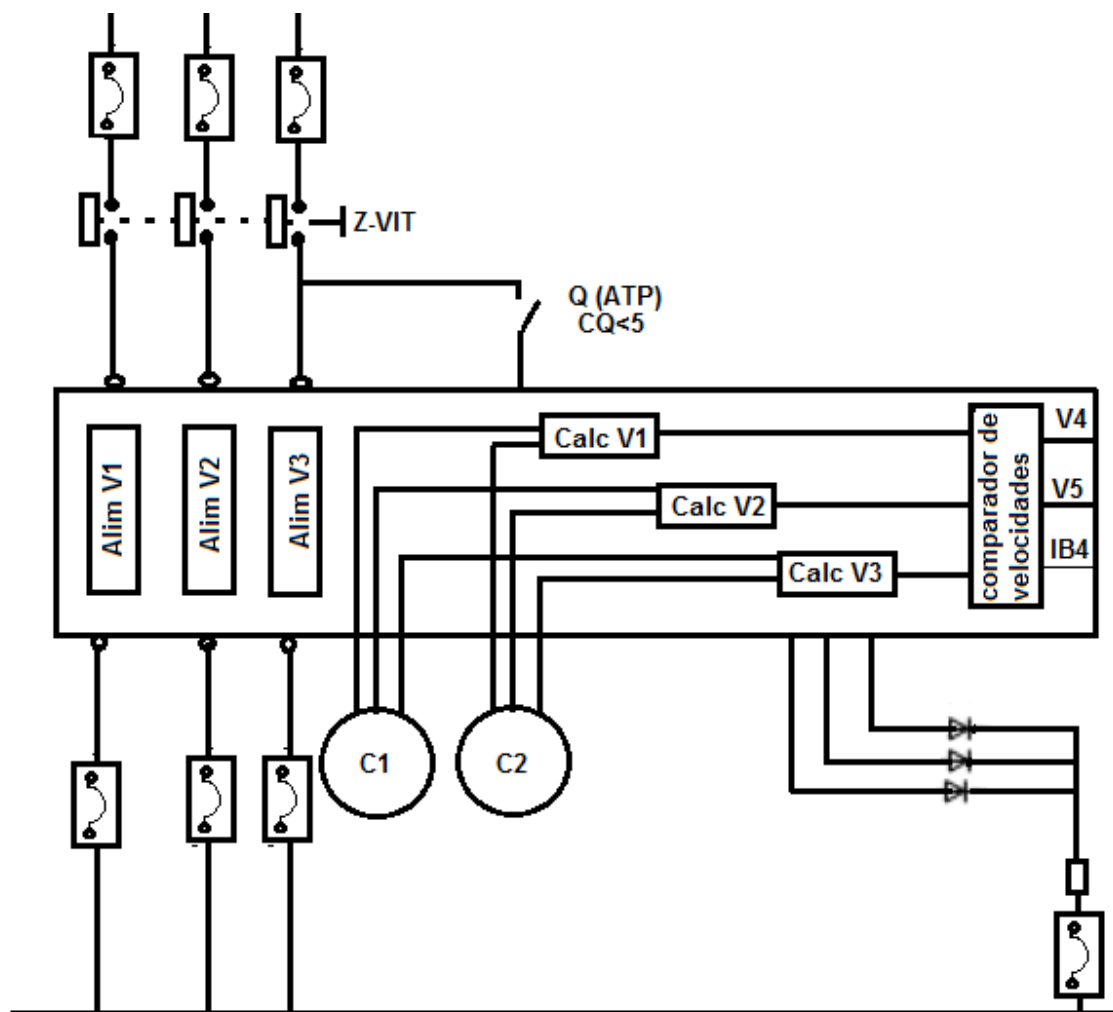


Figura 46: Sensores Comparativos

Cada sensor tiene 3 devanados y se coloca frente a una rueda dentada de 50 dientes. La señal de salida es una tensión de corriente alterna cuya frecuencia es proporcional a la velocidad de movimiento de los dientes, por lo que la velocidad de rotación de la rueda y la velocidad de la locomotora.

La frecuencia de esta señal varía según el diámetro de la rueda:

- Rueda nueva: 1067 mm -> 4,14 Hz / km / h
- Rueda desgastada: 991 mm -> 4,46 Hz / km / h.

COMPARACIÓN Y ELECCIÓN:

Tres computadoras independientes determinan una información de velocidad de referencia V1.V2, V3 (frecuencia de onda cuadrada 80Hz + 10Hz / km / h) y una información espacial IB1, IB2, IB3 (onda cuadrada cuyo período corresponde a una distancia de 2m).

En la salida, las 3 cadenas de velocidad se comparan mediante un comparador de seguridad de la siguiente manera:

- Comparación V1 / V3.
- Comparación V2 / V3.
- Comparación V1 / V2.

De acuerdo con el resultado de esta comparación, dos velocidades de información V4 y V5 valen V1 o V2 y se generan dos pulsos bimétricos IB4 y IB5 iguales a IB1 o IB2.

Dos carriles se consideran iguales si la diferencia entre sus valores es inferior a 10 km /h.

6.4. Transmisión a equipos:

Las velocidades V4 y V5 y los pulsos bimétricos IB4 e IB5 que vienen del selector 2 entre 3 se reenvían a los diferentes usuarios.

1: V4 y V5 se transmiten al registrador estático mediante un simple aislamiento galvánico.

2: V4 e IB4 se transmiten a KVB a una tensión de 12 V (potencia suministrada por el KVB).

3: V4 y V5 se transmiten a los indicadores de velocidad a un voltaje de 15V.

Además de la velocidad real de la locomotora, la central eléctrica del tacómetro también proporciona umbrales de velocidad. Estos son del tipo seguro e inseguro.

6.5. Control automático con apoyo de (VACMA):

La misión de VACMA (Vía Automática con Controle de Mantenimiento de Apoyo) es controlar constantemente el estado de espera del conductor.

Verificando que actúa regularmente sobre los actuadores a su disposición en la cabina, a saber:

- Un pedal P-VA1 colocado debajo del panel de control.
- Un pulsador PB-VA1 colocados en la cabina

Provoca una parada automática del tren en caso de fallo físico del conductor.

y lo informa al regulador de línea a través de la radio.

El diseño del equipo VACMA Cumple el doble objetivo de seguridad y disponibilidad.

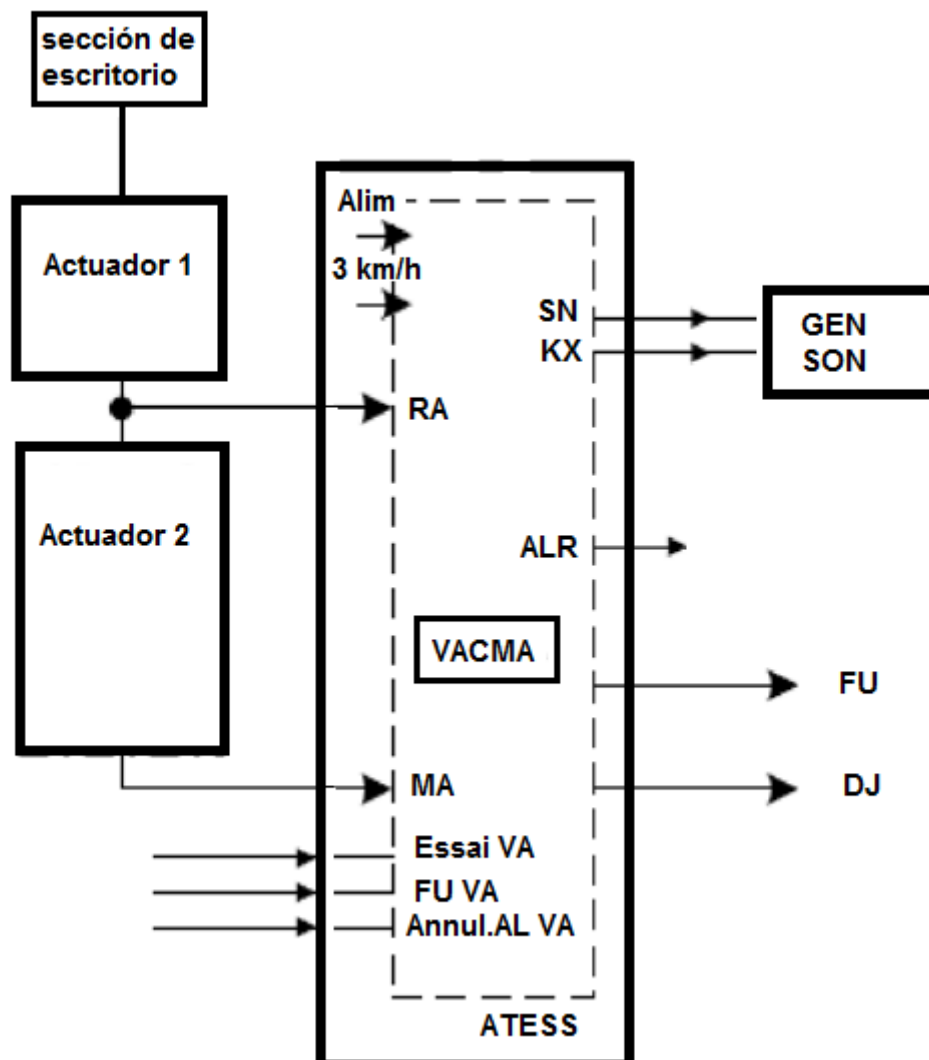


Figura 47: Esquema de un VACMA

6.5.1. Puesta En Servicio:

La placa VACMA está alimentada directamente por 3 fuentes de alimentación de 5 V que viene del Tacómetro (interno del cajón ATESS). Está activo solo cuando uno de los contadores está seleccionado y, por lo tanto, el contactor K-EQS está alimentado.

Con el VACMA encendido, el interruptor de aislamiento Z-VA en "NORMAL"

El sistema de transferencia Q-VA se energiza tan pronto como el conductor ordena la puesta en servicio del EQS presionando el botón PB (R) EQS1 - resp.2 (transmitido por el relé Q (R) EQS).

Cuando se suelta el botón PB (R) EQS1 - resp.2, el relé Q-VA se mantiene por si solo de sus contactos.

Esta función de espera solo se garantiza cuando el tren está en marcha, ya sea para una velocidad más de 3 km / h. La información de velocidad también se transmite directamente por el tacómetro central (interno al cajón ATESS).

La reacción del conductor hace que el tren se detenga por el control de frenos de emergencia y por el corte de la fuerza del motor. El abandono prolongado del soporte provoca la operación, cuando la falta de reacción del conductor hace que el tren se detenga por el comando del Frenado de emergencia y cortando la fuerza del motor. Después de la parada del tren se activa el cronometro automático, la ausencia de reacción del conductor, dentro de un reducido, conduce a la emisión de una alarma a través de la radio para notificar al regulador de línea.

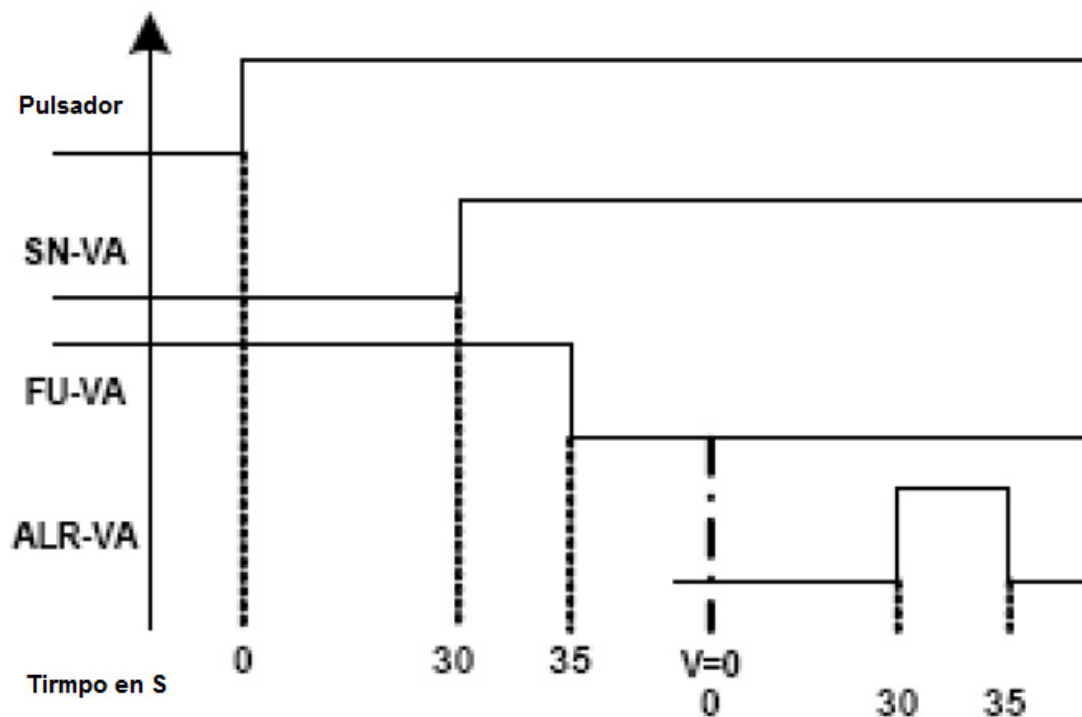


Figura 49: Acciones después de una activación VACMA

Alarma de Radio:

Cuando se solicita la alarma de radio abriendo el contacto Q-VA, el VACMA espera que el umbral de 3 km / h es bajo vuelva a encontrar que el tren está realmente parado, después de 30 segundos de que ocurra esta condición "velocidad cero + solicitud de alarma de radio ", el VACMA inicia una alarma de radio que dura 5 ($\pm 0,5$) segundos a través del Cerrar un contacto seco Q-ALR al cajón de radio a través del relé Q_RADIO_ALERTA. durante el período de 30 (± 2) segundos, la pulsación momentánea del botón PB (A-AL) VA1 -resp.2, detiene el proceso de activación de la alarma de radio.

6.5.2. Transmisión En baliza:

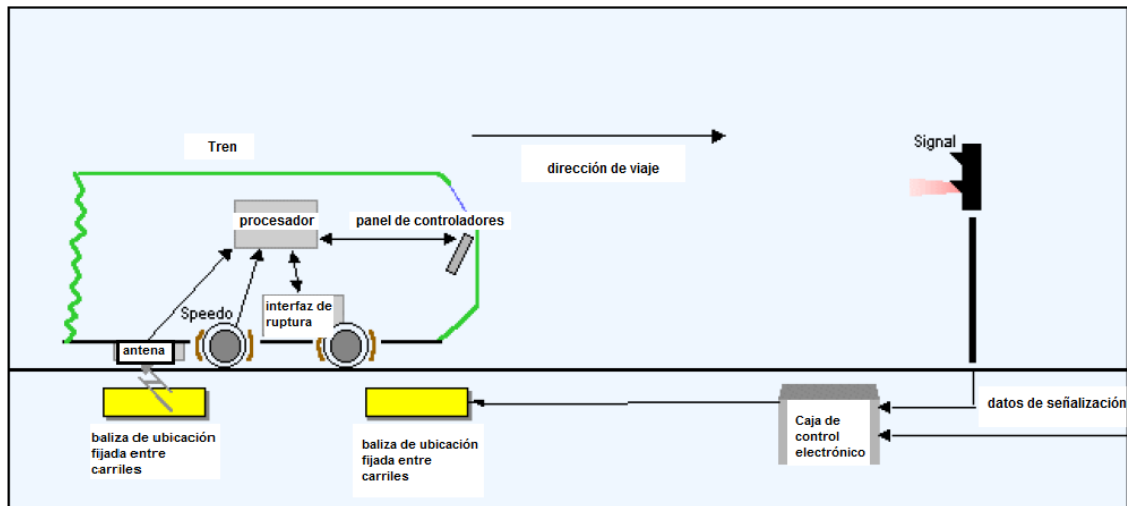


Figura 50: Esquema de un ATP

En los ejemplos hasta ahora, los datos ATP de la vía al tren se transmiten utilizando circuitos de vía codificados que pasan a través de los rieles de carrera. Se le conoce como el sistema de transmisión "continua" porque los datos pasan al tren todo el tiempo. Sin embargo, tiene sus limitaciones. Hay pérdidas de transmisión en bloques más largos y esto reduce la longitud efectiva de un circuito de vía a unos 350 metros. El equipo también es caro y teniendo en cuenta el mal tiempo, a las interferencias electrónicas, a los daños y al robo. Para superar algunos de estos inconvenientes, se ha introducido una solución que utiliza la transmisión intermitente de datos. Utiliza balizas electrónicas colocadas a intervalos a lo largo de la vía.

En el sistema más conocido, desarrollado originalmente por Ericsson en Suecia y comercializado anteriormente por Adtranz (ahora Bombardier), generalmente hay dos balizas, una baliza de localización para indicar al tren dónde está y una baliza de señalización para indicar el estado de las secciones siguientes. Las balizas se denominan a veces "balises" después de los franceses. El procesamiento de datos y las otras funciones ATP son similares al sistema de transmisión continua.

6.6. ATB:

Hay dos versiones principales ATB de primera generación y ATB de nueva generación y se aplica entre Bélgica y Holanda.

6.6.1. El ATB primera generación:

La gran mayoría de líneas contiene el ATB de primera generación. El sistema se basa de circuitos de vía codificados y de un equipo electrónico de abordaje convencional (GRS). La transmisión de datos se hace a través de antenas acopladas por inducción e instaladas por encima de los carriles. Tiene como características:

- Transmisión de datos a los trenes: frecuencia de portadora de 75 Hz con 6 códigos de velocidad (40, 60, 80, 130, 140) en Km/h.
- Recepción por el maquinista de indicaciones sobre la velocidad correspondiente al código de velocidad, y avisos acústicos si se produce un cambio de código y si el sistema solicita la aplicación del freno.
- Supervisión de velocidad continua.
- Vigilancia de la velocidad del conductor.
- Aplicación del freno de emergencia si se produce un exceso de velocidad y el conductor no reacciona ante el aviso acústico.

6.6.2. El ATB de nueva generación:

Es un sistema ATC (control automático del tren) parcialmente instalado en las líneas holandesas de NS. El sistema consta de balizas en tierra y equipos de abordaje también existe una función redundancia basada en un lazo de cable. La transmisión de datos se realiza entre la baliza activa y una antena instalada en el tren. Tiene como misión las siguientes funcionalidades:

Transmisión de datos a los trenes con modulación FSK a 100 10Khz a 25Kbps.

La conducción puede introducir características como longitud del tren, velocidad mínima del tren o características de freno del tren.

Recepción por el conductor de las indicaciones visuales sobre la velocidad máxima de línea, la velocidad objetivo, la distancia objetivo, o la curva de frenado.

La supervisión que se lleva a cabo hace referencia a la velocidad de línea, las restricciones de velocidad, el punto de detención y el perfil de frenado dinámico.

En cuanto a los sistemas de reacción cuenta con preaviso óptico y aviso acústico. Se aplica el freno de emergencia si el conductor no reacciona ante aviso acústico.

6.7. Crocodile:

El concepto crocodile en el sector de señalización ferroviaria es antiguo, desde 1872. Se basa en un sistema de repetición de señales laterales, es un circuito electromecánico puesto en los carriles que contiene un contacto electromagnético para mandar la información a la cabina locomotora. hoy día en día es un sistema bajo control de Francia, Bélgica y Luxemburgo que todavía lo usan este tipo de señales en las principales líneas ferroviarias.

Este sistema se basa en una barra de metal instalada en la vía que entra en contacto físico con unas escobillas instaladas en el bordo del tren, el chip transporta la tensión de 20V de la batería, en función del tipo de la señal. El conductor recibe una indicación de aviso a la que tiene que responder, y en el caso de que no responda, se activa el freno automático de emergencia.

el problema de este tipo de sistemas es que no es capaz de supervisar la distancia o la velocidad, se actúa solo como un sistema de vigilancia además las unidades de a bordo y de tierra son de diseño convencional.



Figura 51: Sistema crocodile



Figura 52: Escoba del sistema Crocodile

6.8. AWS - Sistema de advertencia automático:

Se realizó (incluso antes de la Primera Guerra Mundial) que se necesitaba algún tipo de advertencia automática y exigible. Esto (después de que se probaron varios experimentos y algunos sistemas completos) eventualmente tomó la forma de un inductor sin contacto montado en la pista que se conoció como AWS (Sistema de Advertencia Automático). La "rampa" de AWS, como se conoce al inductor, se coloca a unos 185 metros (200 yardas) en el lado de aproximación de la señal (diagrama, izquierda).

La rampa de AWS se coloca entre los rieles para que un detector en el tren pase sobre ella y reciba una señal. La rampa avisará al conductor del estado de la señal. Los ferrocarriles franceses utilizan un sistema similar llamado "el cocodrilo", los alemanes, el "Indusi".

La rampa AWS contiene un par de imanes, el primer permanente, el segundo un electroimán vinculado a la señal para proporcionar una indicación del aspecto. La rampa se coloca entre los rieles para que un detector en el tren pueda recibir los datos de indicación. El pasajero más observador en la plataforma de una estación a menudo puede ver las rampas entre los rieles. Suelen ser de color marrón oscuro.



Figura 53: La rampa de AWS

En funcionamiento, el tren pasa primero sobre el imán permanente y el receptor a bordo configura un gatillo para una aplicación de frenos. A continuación, pasa sobre el electroimán. Si la señal es verde, el electroimán está activado, el gatillo del freno está desarmado, suena una campana o un timbre en la cabina del conductor y se muestra un disco indicador negro. El conductor no realiza ninguna acción. Si la señal es amarilla o roja, el electroimán se desactiva, por lo que suena una sirena en la cabina y el disco se vuelve negro y amarillo. El conductor debe "cancelar" la advertencia, de lo contrario se activa la aplicación automática de los frenos del tren.

6.8.1. Aplicación:

De lo anterior se puede ver que el AWS británico permite al conductor cancelar una advertencia cuando se acerca a una señal. Esto significa que, si cancela la advertencia y aún no logra detenerse, su tren podría chocar con el tren en frente. Ha habido algunos ejemplos bien documentados de esto en el pasado reciente. La única forma de prevenir esta situación es mediante la adopción de un sistema de cumplimiento.

El metro de Londres utiliza un sistema de aplicación muy simple. Se llama el train-stop. Es un brazo mecánico montado en la vía junto a cada señal. Cuando la señal es roja, el brazo se levanta y golpeará físicamente un dispositivo de viaje instalado en cada tren en caso de que el tren pase la señal. Esto hace que el tren se detenga cortando la alimentación de los motores y aplicando una aplicación de frenos de emergencia. Cuando la señal muestra una indicación de avance, el brazo del tren se detiene y el tren puede

pasar sin obstáculos. El sistema es una forma simple de protección automática de trenes (ATP). Se utilizó por primera vez en el Reino Unido en 1904, la idea se importó de los EE. UU. Ha sido utilizado por una serie de otros sistemas en todo el mundo. Las versiones modernas se producen en varios sistemas de protección automática de trenes (ATP) disponibles en la actualidad que se basan en la electrónica.

6.9. PZB

6.9.1. Clasificación de señales según puntos de influencia PZB

Instalación de control de velocidad:

Las instalaciones de control de velocidad, también conocidas como secciones de control de velocidad, están situadas en ubicaciones peligrosas particulares para controlar la velocidad del tráfico. Ellos disparan, dependiendo de su estructura, una señal de 1000Hz o 2000Hz dependiendo de la velocidad del tren.

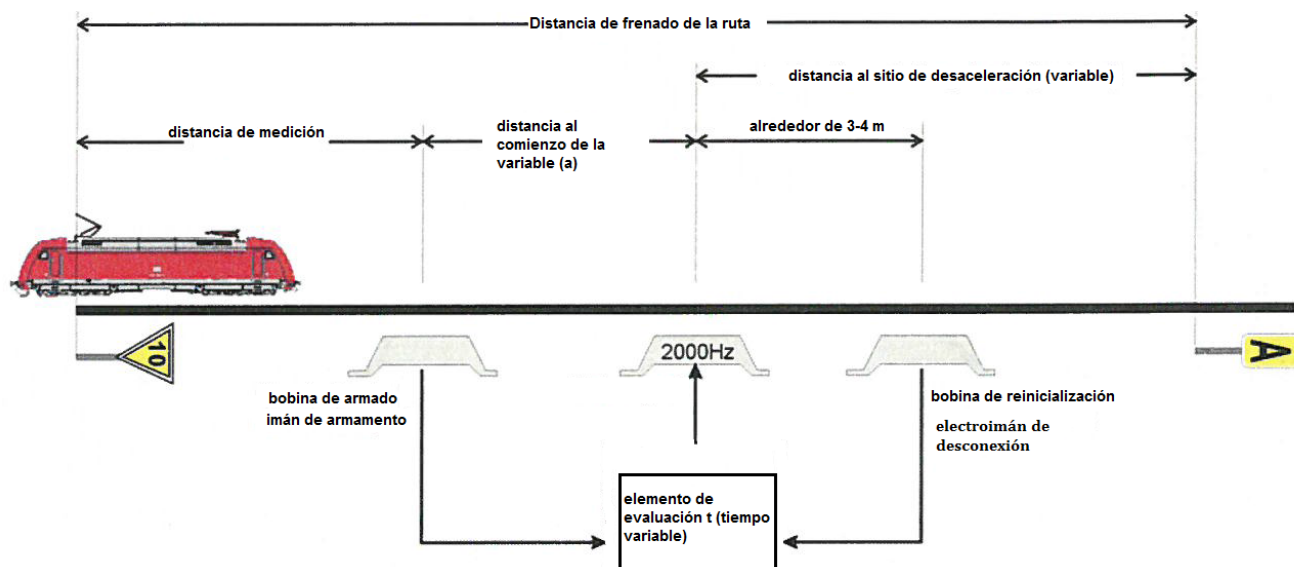


Figura 54: Al cambiar las variables (a)y(t), es posible ajustar la velocidad Del seguidor

Modo de funcionamiento del sistema de control de velocidad:

El cruce del imán de armado por la baliza a pie de la vía activa un circuito de sincronización que, después de transcurrido un tiempo preestablecido, hace que la baliza activa deje de funcionar. Si la sección de medición se desplaza en un tiempo más corto, la baliza activa sigue siendo efectiva y produce una señal de 1000Hz o 2000Hz. El

electroimán de desconexión devuelve la instalación a la posición normal (la baliza activada vuelve a ser desactivada).

6.9.2. Estructura y funcionamiento de las Balizas PZB:

Baliza PZB de vía:

Las balizas de vía se fabrican en un patrón uniforme. Son aptos para uso universal. El circuito de oscilación pasivo es adecuado para diferentes propósitos de uso. Está vinculado a la señalización y se activa por contacto de una señal.

Por lo general, estas son balizas de un solo canal con una frecuencia de 500 Hz, 1000 Hz o 2000 Hz. Para señales combinadas (Hp / Vr en el mismo más útil de señal), hay balizas de doble canal con Circuitos oscilantes de 1000/2000 Hz. Solo un circuito oscilante está activo a la vez.



Figura 55: Baliza PZB

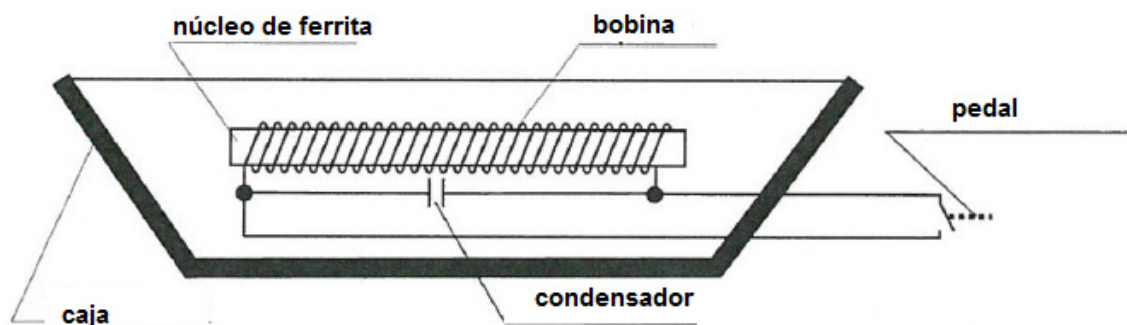


Figura 56: Croquis de Baliza PZB

6.9.3. La baliza a pie de la vía:

la baliza a bordo de la vía se distingue por su diseño mecánico y eléctrico. Por lo tanto, no son compatibles entre sí, pero están vinculados a sus respectivos vagones e instalaciones PZB.

PZB 80 utiliza las balizas integradas de la compañía Siemens del modelo "grande" o "pequeño".

Las balizas integradas siempre contienen 3 circuitos oscilantes activos con frecuencias de 500 Hz, 1000 Hz y 2000 Hz.

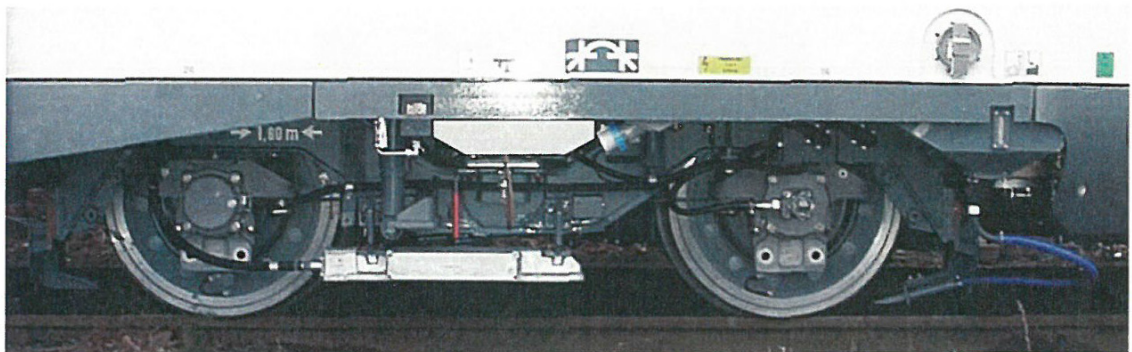


Figura 57: Baliza con 3 circuitos oscilantes

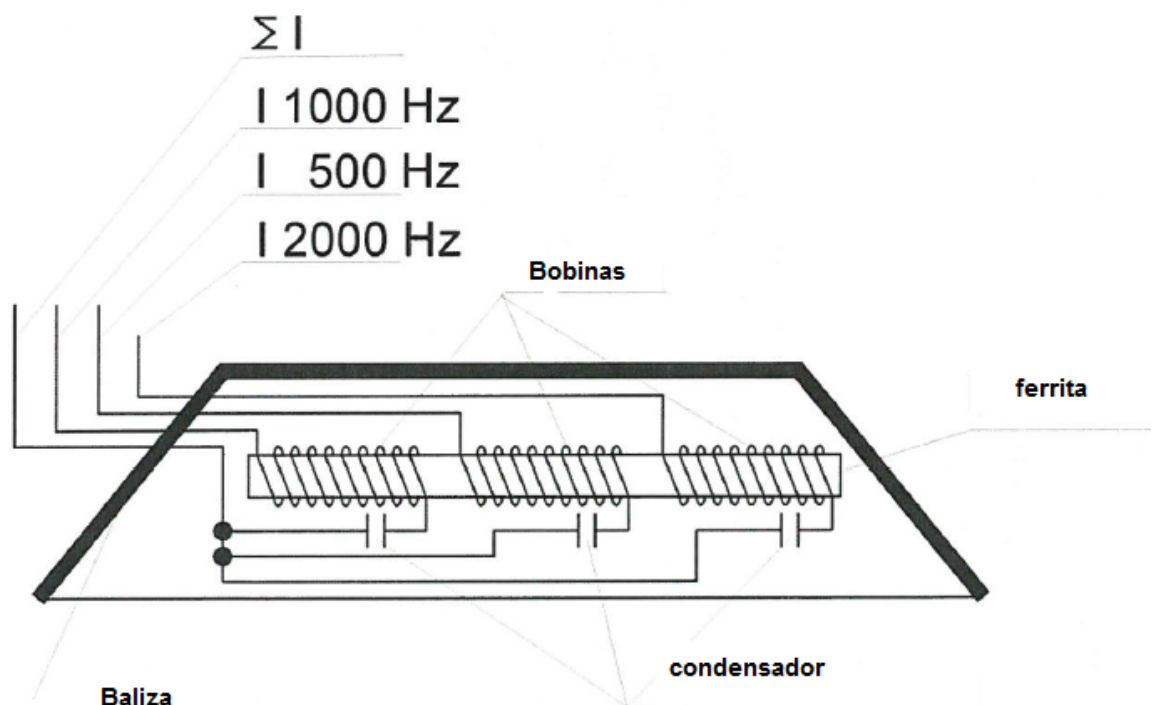


Figura 58: Croquis de Baliza con 3 circuitos oscilantes

6.9.4. Calificaciones de balizas PZB:

Para garantizar una transmisión inductiva óptima y, por lo tanto, una identificación falible de la posición de la señal, la baliza de seguimiento y las balizas a pie de la vía deben ser paralelas. Sin embargo, también hay una distancia mínima y máxima entre las dos balizas. El paralelismo de la suspensión de montaje de las balizas a pie de la vía se verifica durante una inspección del vehículo. Es inalterable excepto bajo la acción de fuerzas externas. Durante el trabajo de mantenimiento programado, una simple revisión visual es suficiente.

Sin embargo, la situación es diferente con el ajuste de altura de las balizas empotradas. El desgaste natural reduce continuamente la vida de las balizas. Las intervenciones bajo del chasis aseguran que la distancia se reduce considerablemente.

Durante las inspecciones regulares, el ajuste de altura de las balizas a pie de la vía se debe revisar y corregir si es necesario. El ajuste de altura, basado en la cara superior del riel, es una función de la serie de construcción de vagones.

El ajuste de altura para las balizas incrustadas se obtiene de la siguiente manera:

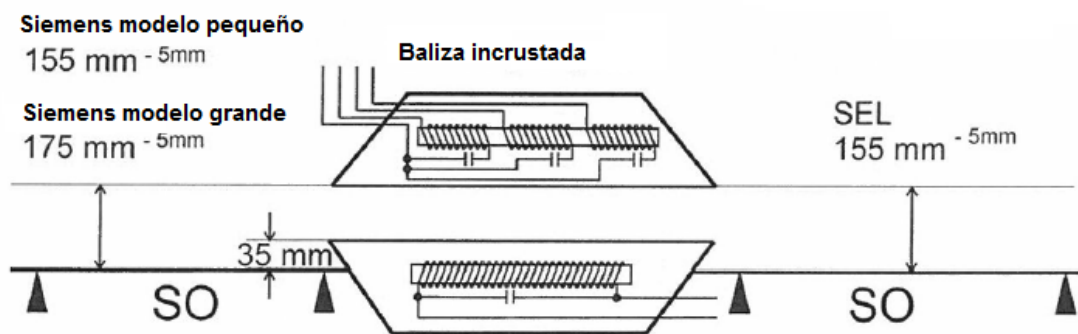


Figura 59: Baliza incrustada

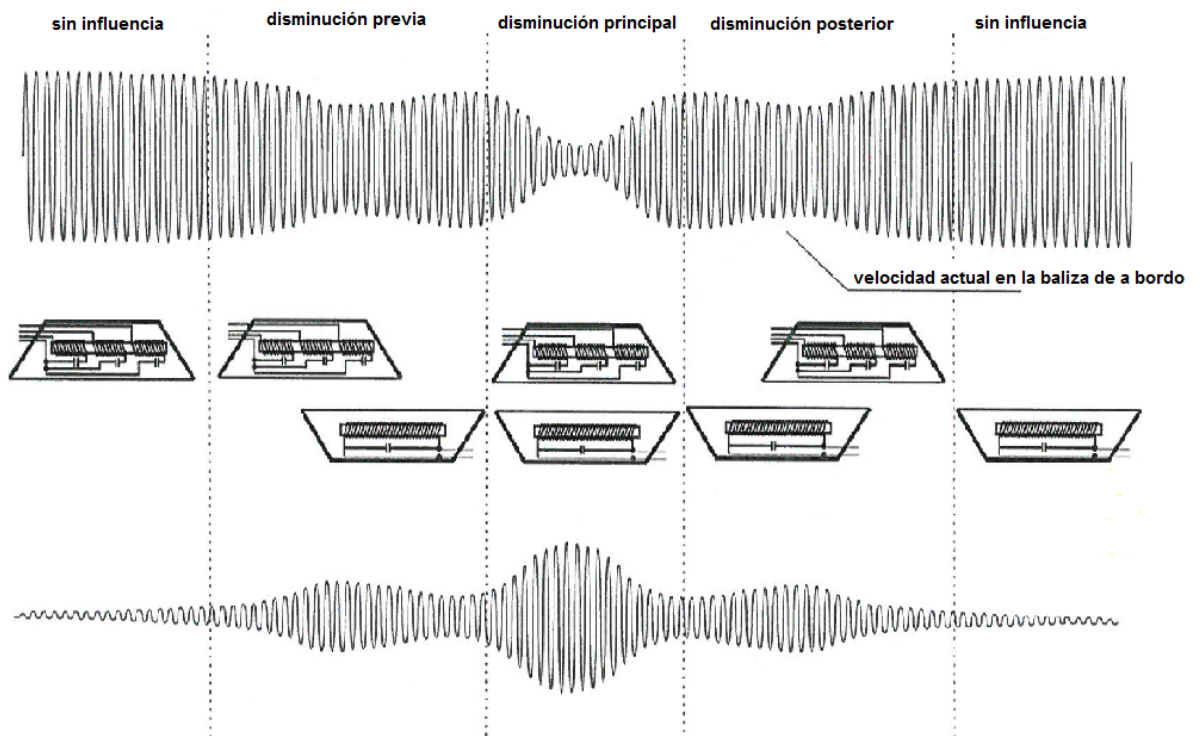


Figura 60: Ciclo de corriente en Balizas a bordo y las balizas de seguimiento durante una influencia

Se permiten probabilidades divergentes para varias series de vagones, Estas dimensiones se pueden encontrar en las diversas descripciones del material rodante.

La dimensión de montaje lateral entre la mitad de la vía (que coincide con el centro del vagón) y el centro de la baliza a pie de la vía, alcanza los 1008 mm.

Principio de Influencia:

Las tres corrientes de baliza empotradas PZB fluyen en los circuitos oscilantes de estas balizas. Con una señal que tiene el aspecto de carril abierto, el circuito de oscilación pasiva de la baliza de carril está cortocircuitado por el contacto de señal cerrado. No tiene influencia en las balizas empotradas. Solo cuando el contacto de señal está abierto, la baliza de canal se activa y puede influir en las balizas empotradas.

La influencia selectiva ya comienza cuando las dos balizas se acercan. Se induce una corriente en la baliza en vía, que hasta entonces era pasiva, por la baliza a bordo que actúa como transmisor. Este es un fenómeno transitorio.

Solo cuando las dos balizas están superpuestas perfectamente, la baliza del canal alcanza su corriente máxima, a través del circuito oscilante configurado a la frecuencia de resonancia. La limitación de corriente del circuito de la baliza a pie de la vía da lugar al paso de la corriente en esta misma baliza.

Una disminución en la corriente por debajo del 60% del valor nominal es identificada por el equipo de a bordo PZB como una influencia.

Después de pasar la baliza de bordo, la corriente de la baliza a pie de la vía recupera su valor teórico.

La duración de la influencia depende de la velocidad. La computadora controla la duración de la influencia según la velocidad de circulación.

La prueba del equipo de a bordo PZB se realiza en un punto muerto con la baliza de prueba a pie de la vía.

6.10. Sistema de señalización ERTMS:

En 2006, las posibilidades que aportan las nuevas tecnologías permiten El desarrollo de sistemas de señalización ferroviaria que respondan a Necesidades que hasta ahora nunca se han cumplido. ERTMS, el nuevo sistema de señalización que pretende equipar.

Todas las redes en Europa deben permitir que un tren pueda conducir en Todas las líneas equipadas con este sistema. Algunas líneas ya están en uso en Europa y muchos otros proyectos. El equipo está en progreso.

Desde los primeros años del ferrocarril, la necesidad de una armonización de las características técnicas de la infraestructura y Los trenes se hicieron sentir. El punto más significativo fue la brecha. rieles y el calibre que son, excepto en algunos países, los Lo mismo en toda Europa. Excepción significativa, la señalización no ha sido armonizada por una simple razón: en cada cruce de La frontera de la locomotora y el conductor fueron cambiados. En De hecho, la autonomía de las locomotoras de vapor no les permitió.

Viajes largos. La incursión de conductores y unidades de tracción. Se mantuvo marginal hasta finales de los años noventa. La composición fija de trenes como el TGV o sus contrapartes. Alemanes o italianos y la caza sistemática del tiempo perdido.

Cuestionó este principio: ya no podíamos cambiar las máquinas de tracción y por lo tanto el mismo conductor tenía que garantizar Cursos largos que tienen lugar en varias redes. También vimos Para florecer complejos equipos en las cabinas de estos trenes.

Asegurar el funcionamiento de los diferentes sistemas de señalización. Encontrado en las líneas recorridas.

La interpenetración de locomotoras y conductores se ha convertido en una necesidad, sobre todo porque, para seguir siendo competitivos, empresas de transporte de mercancías por ferrocarril también han tenido que buscar una Disminución de su tiempo de viaje.

El desarrollo de un sistema de señalización único con un Sólo un conjunto de reglas de conducta se convierte en una necesidad que Condiciones para el crecimiento del ferrocarril. la escala de nuestro continente.

6.10.1. Principios fundamentales del sistema ERTMS:

Usando un repositorio definido a nivel europeo Para disponer de equipos de tierra y placa interoperables, es necesario Tener una base común de especificaciones suficientemente

para garantizar que cualquier tren equipado con ERTMS pueda conducir en Cualquier terreno equipado para recibir trenes ERTMS. Por eso la directiva. La "interoperabilidad" europea (96/48) requiere, para ERTMS, el uso de un repositorio llamado "subconjunto de clase 1" (nota 1). Nota 1: La versión oficial de este repositorio está en 2006 V 2.3.0. Se llama a evolucionar. ligeramente hacia una V 3.0 que será obligatoria alrededor de 2009. Es en este marco de referencia donde encontraremos los principios. de este nuevo sistema de señalización ferroviaria. Los puntos descritos a continuación provienen de esta norma.

6.10.2. Señalización de cabina:

Se realiza la observación por parte del conductor de una señalización en tierra. Difícil cuando el tren viaja a gran velocidad. Esta dificultad se vuelve inaceptable en condiciones de poca visibilidad, especialmente en caso de niebla. Por lo tanto, es necesario, a alta velocidad, utilizar una señalización de cabina.

6.10.3. Control de velocidad:

Para garantizar la seguridad de un tren, es necesario poder tener la garantía que su velocidad sea siempre más baja que la llamada velocidad de seguridad lo que hace posible respetar todos los puntos de parada o limitación de velocidad. Esta es la función básica del sistema ERTMS. El cálculo de esta velocidad está asegurado por el equipamiento del tren. La toma cuenta las características de frenado del tren, pero también un cierto número de información transmitida desde el suelo, concretamente:

- El perfil de velocidad estática que determina las velocidades límite en cada sección de la vía y el punto de parada.
- Las características de la pista (incluyendo pendientes y rampas).
- Los puntos de ubicación del tren.

6.10.4. Adaptabilidad a todo tipo de trenes:

Una infraestructura ferroviaria, especialmente si es transfronteriza, debe permitir recibir muchos tipos de trenes. Cada uno de estos trenes tienen características de frenado y velocidad máxima diferente. En sistemas de tráfico con señalización lateral, se implantan señales para trenes cuya secuencia de parada más larga lo que mejora el rendimiento de frenado.

Los trenes no afectan el flujo de la línea recorrida excepto para mover las señales por el camino. Por otro lado, un tren con ERTMS adaptará su distancia de parada a estas capacidades.

El componente ETCS de tres niveles

- > Señalización lateral
- > El concepto de circulación de bloques.
- > Rutas, cabinas de enclavamiento y señalización.
- > El concepto ERTMS / ETCS
- > El GSM-R
- > El CBTC

- ETCS - Sistema Europeo de Control de Trenes - que es un sistema automático de protección de trenes (ATP) destinado a reemplazar eventualmente los sistemas nacionales existentes.

- GSM-R, un sistema de radio específico para ferrocarriles, que proporciona comunicaciones de voz y datos entre el canal y el tren, basado en frecuencias GSM que utilizan estándares reservados específicamente para una aplicación ferroviaria con ciertas funciones específicas y avanzadas.

Esta página presenta el componente ETCS. Se desarrollaron tres niveles en la base. Los dos primeros ya están en servicio en algunas líneas de Europa, el nivel 3 aún se encuentra en la etapa conceptual. En estos niveles de atención, agregamos de facto otros dos:

- Nivel 0: no hay soporte por ningún sistema.
- Nivel STM (Módulo de transmisión específico): soportado por sistemas nacionales.

NIVEL 1	NIVEL 2	NIVEL 3
El nivel 1 se puede instalar en paralelo con el sistema nacional. Esto	una mejora clara al mostrar las autorizaciones de movimiento en la cabina,	Es más revolucionario en términos de permisos de movimiento. Esta vez, no

generalmente implica instalar balizas adicionales al pie de las señales existentes, agregando señales de parada en sentido ascendente para evitar cualquier cruce de la señal cerrada. Cada máquina utiliza el sistema con el que está equipado, lo que evita el costo de la actualización. Transmisión de información del tren de tierra: Por etiquetas. Aseguran la transmisión oportuna de información utilizando los llamados paquetes de computadora ETCS "P44", reconocidos por todas las locomotoras equipadas con elementos de borde de nivel 1 de ETCS. GSM-R no interviene para transmisión de datos Circuitos de pista Sí. Sigue siendo necesario para la detección de forma libre. Conducción de trenes - En líneas convencionales, respecto a	complementada por una velocidad objetivo. Este sistema ya existe en modos no unificados en todos los LGV en Europa. La idea es aplicarlo también en la red convencional, donde aporta un valor agregado real, como en Betuwelijn en los Países Bajos. Transmisión de información del tren de tierra: Por GSM-R. Transmite una cantidad mucho mayor de información al permitir también una actualización permanente, y ya no es específica como en el Nivel 1. Las etiquetas solo se utilizan para restablecer la edometría. Circuitos de pista Sí. Sigue siendo necesario para la detección de forma libre. Conducción de trenes El conductor solo observa las indicaciones proporcionadas en una pantalla en la cabina llamada "DMI".	hay más sección / acantonamiento y los trenes circulan en bloques en movimiento. La información sobre la seguridad, integridad y ocupación de la pista es proporcionada por un conjunto de satélites. Ya no hay circuito de pista. El nivel 3 aún se encuentra en la etapa conceptual y se está estudiando una variante regional. Transmisión de información del tren de tierra: Por satélite El sistema se está experimentando. Circuitos de pista no Conducción de trenes El conductor solo observa las indicaciones proporcionadas en una pantalla en la cabina llamada "DMI" Hacerse cargo del tren El Nivel 3 de ETCS, a
---	---	--

la señalización lateral, con la normativa vigente para señalización lateral. - en líneas nuevas sin señalización lateral, por ejemplo, LGV, con marcas equipadas con un ocular, llamadas marcadores de nivel 1, que actúan aquí como una señal verde para reiniciar el tren y permitirle capturar la información de las balizas conmutables Al pie de la señal para el resto del curso. Hacerse cargo del tren El Nivel 1 de ETCS es solo una repetición en la cabina de la señalización lateral, que proporciona protección adicional además de la vigilancia del conductor. Las balizas soportan parcialmente la curva de velocidad y el frenado de emergencia. Capacidad de tráfico El Nivel 1 de ETCS no mejora el flujo de tráfico y no reduce el intervalo entre trenes.	Hacerse cargo del tren El Nivel 2 de ETCS, a través de la acción permanente del GSM-R, permite el soporte total de la curva de velocidad sin interrupción. La aproximación de un punto peligroso provoca una invitación al frenado en una distancia dada, acción imposible en el Nivel 1. Capacidad de tráfico El nivel 2 de ETCS permite la reconciliación de trenes y, por lo tanto, una mayor capacidad en línea	través de la acción permanente del satélite, permite el soporte total de la curva de velocidad sin interrupción. La aproximación de un punto peligroso provoca una invitación al frenado en una distancia dada, acción imposible en el Nivel 1. Capacidad de tráfico El Nivel 3 de ETCS permite la reconciliación de trenes y, por lo tanto, un aumento de la capacidad en línea.
--	---	--

Tabla 2: Niveles de ETCS

6.11. Sistemas de señalización en España:

Los sistemas de señalización ferroviaria española, y que serán objeto de estudio, son: ASFA, EBICAB900 y LZB. Estos sistemas de control automática, ATP, mejoran la seguridad y optiman el aprovechamiento de espacio en la vía. Su avance, debido a los constantes inventos técnicos, ha conseguido aumentar la seguridad de transporte ferroviario.

6.11.1. El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático):

El sistema ASFA (Anuncio de Señales y Frenado Automático) es un sistema de supervisión puntual fue creado en España para dar a los trenes una gran seguridad en la circulación. su función basada en recibir en la cabina de conducción del tren, las indicaciones de las señales que se visualizan en la vía, estableciendo las acciones del maquinista al respeto de las especificaciones de dichas señales. cuando no cumpla las obligaciones de la señal, se activa el frenado automático de emergencia y se impide el peligro de accidente, ante un posible error o retardo de la respuesta del maquinista.

El conjunto está formado por 2 partes muy diferentes depende de su sitio, el conjunto de vía y el del vagón. El equipo de vía tiene por misión trasferir al vagón las instrucciones de las señales que aparecen en el sentido de marcha considerado el sistema en el vagón debe ser adecuado para recibir la información, registrar la información del maquinista y en caso de que este no actúa, dar la orden de activar el freno de emergencia.

El componente para poner en la vía que manda la información al vagon se designa baliza, y es un módulo a través del cual se verifica la transmisión inductiva de la información correspondiente a la indicación de la señal, al receptor del dispositivo del vagón, cuando este pasa por encima de la misma. Esta transmisión se hace por acoplamiento inductivo.

El cuadro de cabina del ASFA es la parte más visible y se encuentra en la cabina de conducción. Verdaderamente es un dispositivo de información y control. Mediante leds de colores amarillo y rojo indican al maquinista las informaciones recibidas y el correcto funcionamiento o alarma del equipo. Incluye un interruptor amarillo CONEX para la conexión del panel repetidor, un interruptor también amarillo REBASE AUTO que se activará para rebasar señales en rojo, un pulsador rojo REARME FRENO que se activará con el tren parado y mediante el cual, se rearmará el equipo después de un frenado de emergencia. Existe también un pulsador amarillo REC, que se ilumina al recibir ciertas informaciones y será necesario pulsarlo para reconocer que el conductor ha

recibido la información. Hay una señal acústica, que mediante sonidos de diversa duración indica la recepción de ciertas señales.

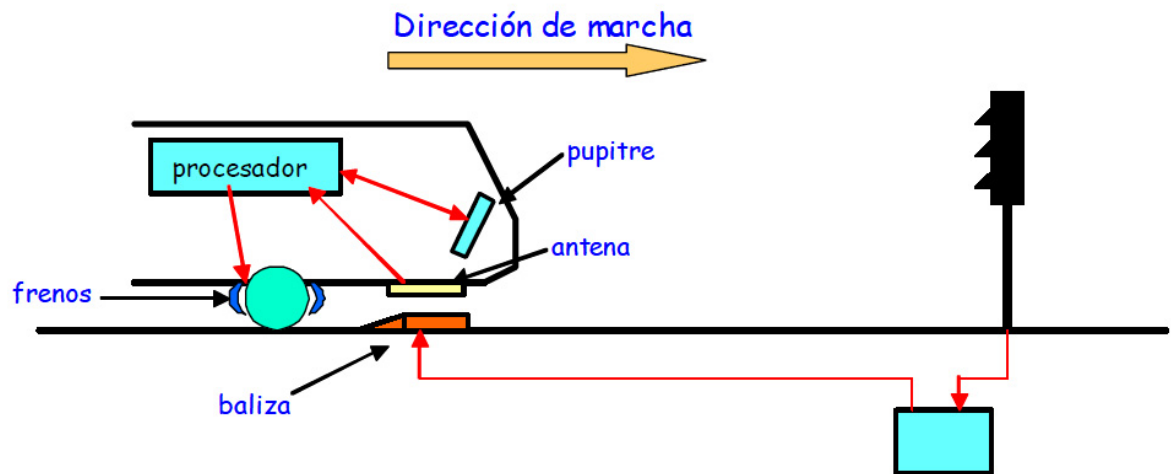


Figura 61: Los dispositivos situados en la vía y en la cabina de un Sistema ASFA

En la anterior figura, se plantea una representación de los dispositivos situados en el carril, así como en la cabina.

La baliza se conecta con la señal y representa la indicación de esta última. La antena situada en el tren capta la información y la envía al procesador cabina en donde se examina la información y se manda al pupitre para que esté representada en las pantallas. Si llegados unos instantes, el maquinista no actúa a las operaciones adecuadas, el ordenador da avisos acústicos y da al maquinista otra margen de tiempo para que se actúa. Si aun así este no responde, el ordenador activa el freno de emergencia.

Las balizas van agrupadas a las señales en número máximo de dos balizas por señal. Las balizas atendiendo a la situación respecto a su señal asociada pueden ser de dos tipos: Baliza de señal y baliza previa.

- La baliza de señal, se sitúa habitualmente a la altura de la señal.
- La baliza previa se sitúa habitualmente a 300 metros delante de la señal.

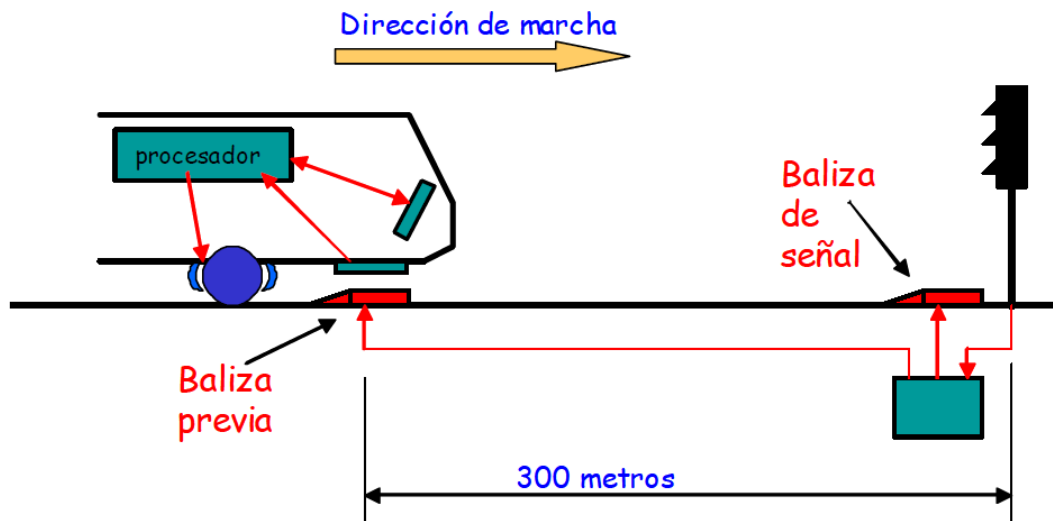


Figura 62: La baliza previa de un Sistema ASFA

El sistema ASFA cumple los siguientes cargos:

- Avisa al conductor del aspecto que enseñan las señales. Esta señal se cumple únicamente en determinados puntos del carril:

posiciones de la baliza de señal.

- En el caso en que la indicación presentada por la señal sea vía libre, el sistema sólo informa, mediante una breve indicación acústica, y no exige ninguna actuación del maquinista.

- En el caso de que la indicación de la señal sea anuncio de parada o anuncio de precaución: el sistema, además de informar mediante una indicación acústica continua y una visual, exige que el maquinista se dé por enterado, actuando sobre un pulsador instalado a tal fin antes de tres segundos. En caso de no hacerlo, el equipo produce el frenado automático de emergencia, acompañado de indicaciones acústicas y sonoras, no pudiendo retomar el control del tren hasta que se encuentre por debajo de 5 km/h.

- En el caso de que la indicación presentada por la señal sea la de parada o señal en rojo: en el punto de transmisión situado a 300 metros antes de la señal, se comprueba si la velocidad del vehículo es igual o inferior a una preestablecida,

⇒ Si la velocidad es superior, se produce el frenado automático de emergencia, acompañado de indicaciones acústicas y sonoras.

⇒ Si la velocidad es inferior, se muestran indicaciones acústicas y sonoras durante un tiempo para recordar al maquinista el tipo de señal a la que se aproxima.

Si se rebasa la señal en rojo, el sistema produce también el frenado automático de emergencia, acompañado de indicaciones acústicas y sonoras.

Tanto las indicaciones presentadas por las señales, como las actuaciones del

maquinistas relacionadas con el equipo, quedan registradas en el tacógrafo del vehículo.

El maquinista dispone de una llave que le permite rebasar una señal prohibitiva cuando por avería o cualquier otra circunstancia le sea autorizado el rebase, sin que se dispare el freno de emergencia.

En la siguiente figura se presenta un esquema de funcionamiento del sistema ASFA. Consiste el ejemplo en dos trenes que circulan por una vía con tramos de circuitos de vía de 1500 metros. La señalización se complementa con dos balizas por señal, una previa colocada 300 metros por delante y otra al lado de las señales.

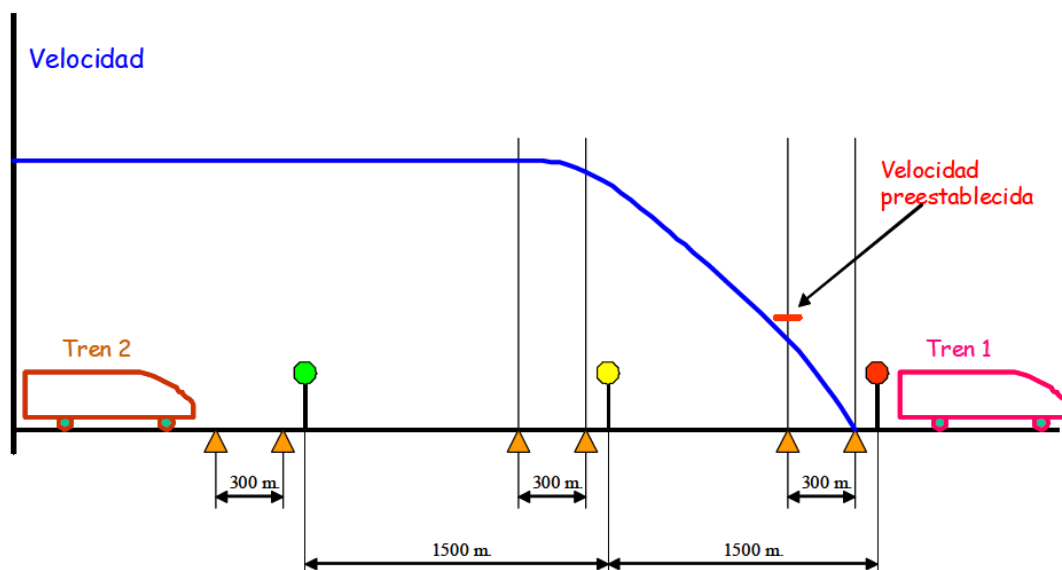


Figura 63: Escenario con el sistema ASFA

Al comienzo del tramo ocupado por el tren 1 la señal se encuentra en rojo, lo que indica que los trenes posteriores no pueden rebasar ese punto. Al comienzo del tramo anterior al ocupado por el tren 1, la señal se encuentra en amarillo, indicando al maquinista que la señal siguiente que se encontrará está en rojo y que, por lo tanto, tiene que comenzar a frenar para detener el tren antes de llegar al siguiente tramo.

En este ejemplo, el tramo anterior al encabezado por la señal en amarillo tiene su señal de comienzo en verde indicando por lo tanto vía libre.

Al existir las balizas previas, el tren lee estas informaciones 300 metros antes de llegar a la señal y las vuelve a leer cuando pasa por ellas. Se las presenta al maquinista en el dispositivo indicador y espera que este reaccione y actúe en consecuencia.

En el ejemplo cuando el tren 2 llegue al comienzo del tramo señalado con verde interpreta que la vía está libre y sigue circulando a su velocidad. Cuando este tren

alcanza la baliza previa de la señal en amarillo el equipo embarcado informa al maquinista y este tiene que comenzar a frenar el tren, tal y como se muestra en la curva de velocidad.

El sistema de frenos tiene que conseguir detener el tren antes de alcanzar el siguiente tramo y por este motivo, cuando se pasa por la baliza previa de la señal en rojo, existe una velocidad preestablecida que en ese punto no puede superarse. Esta velocidad está calculada para que en la distancia que resta hasta llegar a la señal, el tren tenga espacio suficiente para detenerse definitivamente. Si el maquinista llega a ese punto con una velocidad superior a la preestablecida, el procesador embarcado da la orden para que entre el freno automático de emergencia.

La velocidad máxima de circulación de los trazados viene definida por la longitud de los tramos. Si esta longitud es de 1500 metros, y por la señalización se obliga a que la frenada del sistema se produzca en un solo tramo, la distancia de frenado son los 1500 metros. Y por lo tanto la velocidad máxima de circulación es de 139.427 Km/h.

Cuando RENFE necesitó incrementar la velocidad de circulación hasta valores de 200 km/h se introdujo un nuevo aspecto de señal y se modificó el sistema ASFA para que proporcionara indicaciones conformes con los nuevos aspectos y velocidades.

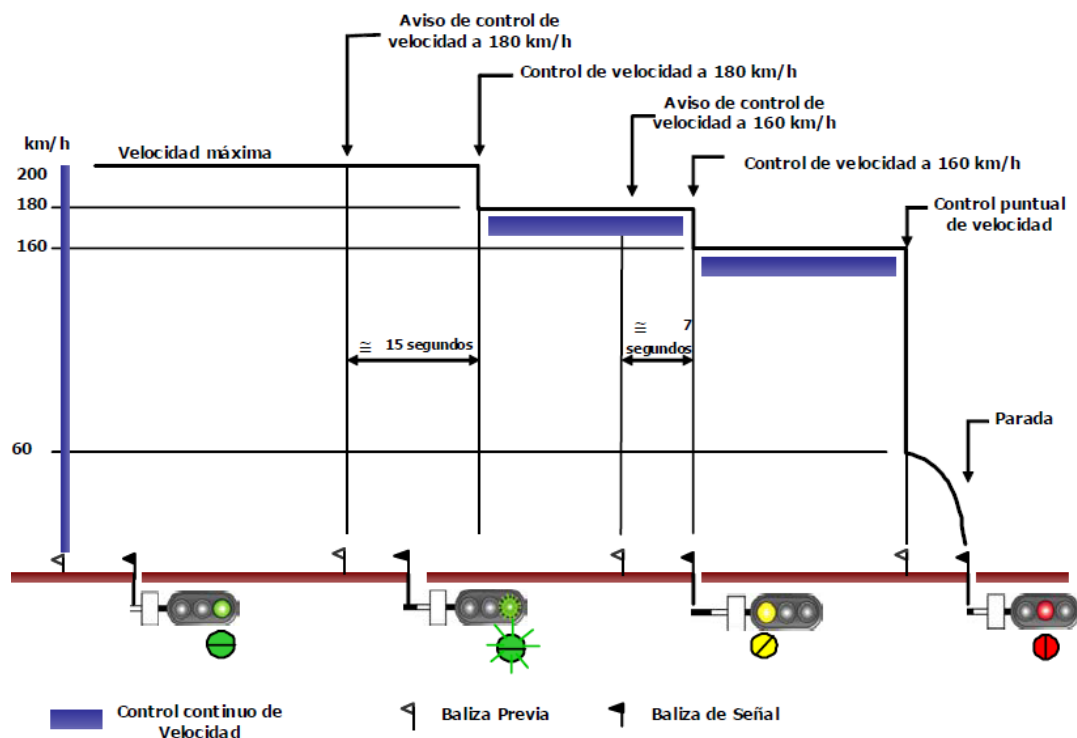


Figura 64: Diagrama de velocidades del sistema ASFA

6.11.2. Sistema LZB:

El sistema LZB de Alcatel-SEL existe en el día de hoy en líneas RENFE y más en las líneas de alta velocidad AVE entre Madrid y Sevilla. Uno de los importantes funcionamientos del LZB es la reciprocidad de señales entre los equipos LZB de recorrido y los vagones se ejecuta de forma continua con un cable por alta frecuencia que se denomina cable de vía y que se actúa como una antena.

El cable está hecho por un fino cordón de hilos de cobre, un aislamiento de polietileno y una cubierta protectora de PVC, siendo su diámetro total de unos 13mm. El cable de vía va tendido entre los carriles formando bucles de una longitud máxima de 12,7km. Una rama del cable se coloca en el centro de la vía y la otra en el patín de uno de los carriles. La arquitectura del sistema de vía se muestra en la Figura

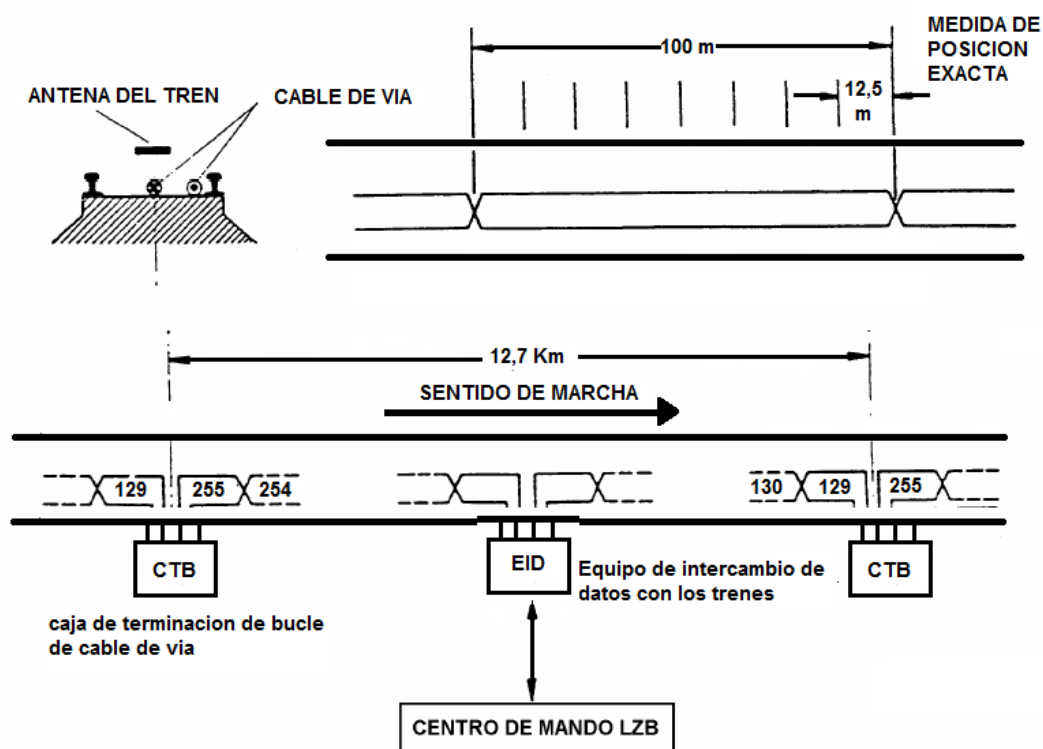


Figura 65: Arquitectura de vía del sistema LZB

Cada 100m, a efectos de localización de los trenes, el cable de vía lleva una transposición. La inversión de fase del flujo inductivo producida en los puntos de transposición del cable que es detectada por los vehículos es interpretada como variación de posición. Un segundo procedimiento de localización de precisión

(independiente del primero) realizado por el vehículo motor, supervisa el compute de puntos de transposición (localización aproximada) y determina el punto exacto en que se encuentra el tren dentro de la sección de 100m con una precisión de 12,5m. En la Figura se muestra un esquema general del sistema LZB.

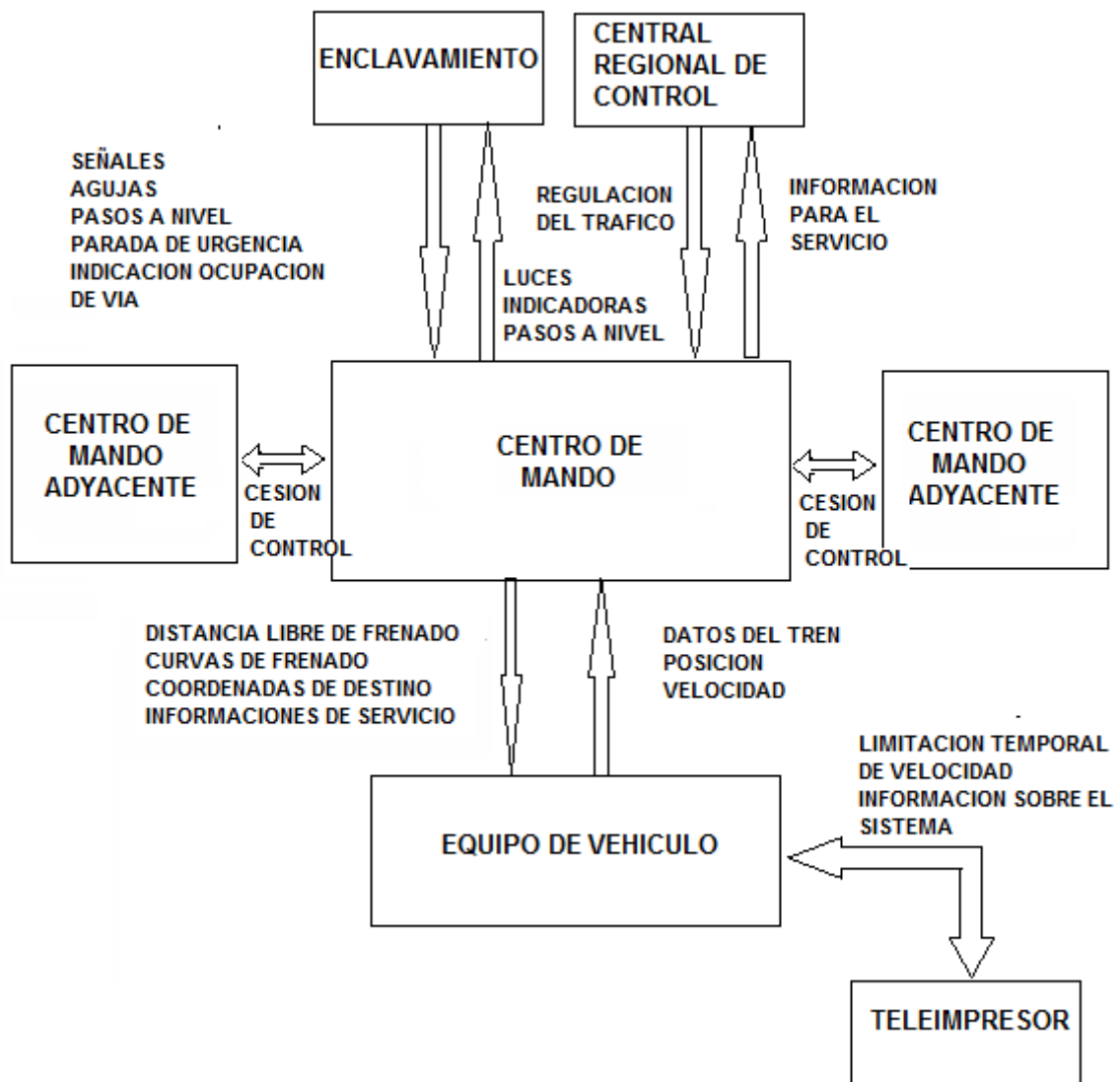


Figura 66: Arquitectura de vía del sistema LZB

El sistema LZB permite la comunicación bidireccional vía-tren y tren-vía, de forma que el centro de mando LZB, interconectado con los sistemas de enclavamientos y los centros de control de tráfico, informa al vehículo del estado de la señalización que le precede, las limitaciones que encontrará y la ubicación exacta de las mismas, y a su vez el tren enviará al centro de mando su posición y velocidad en cada momento. Con la

información recibida del centro de mando, el equipo embarcado del tren presenta en cabina las indicaciones pertinentes al maquinista y en caso necesario actúa directamente sobre la tracción y equipos de freno. En el caso más habitual, cada centro de mando LZB puede gobernar un trayecto de vía doble de 30 a 35km. De longitud con sus correspondientes estaciones y equipos en plena vía.

El intercambio de datos con los trenes se realiza en el sentido trayecto-tren por medio de telegramas de 83 bits de longitud a una velocidad de transmisión de 1200bps, y en el sentido tren-trayecto por medio de telegramas de 41 bits a 600bps. Todo tren recibe una nueva información cada 0'8 segundos como máximo.

Las indicaciones que proporciona el LZB son las habituales de los sistemas ATP:

- Velocidad Real
- Velocidad Consigna (Equivalente a la Velocidad Máxima de Seguridad).
- Distancia Meta.
- Velocidad Meta.

También proporciona indicaciones ópticas y acústicas de aviso al maquinista sobre aspectos de la circulación y funcionamiento de los sistemas.

Por otra parte, el sistema LZB no elimina el sistema ASFA, sino que convive con él, de forma que el sistema puede conmutar a sistema ASFA si se produce algún problema en los equipos.

LZB. Así las líneas equipadas con LZB-vía al continuar con los equipos ASFA, pueden ser empleadas por trenes equipados únicamente con sistema ASFA.

Además de las funciones del LZB como sistema ATP, el LZB está preparado para emplearse como sistema de conducción automática de trenes (ATC) como ya ocurre, por ejemplo, en las ramas AVE Madrid-Sevilla. En este caso es el equipo LZB el que controla directamente los parámetros de tracción y frenado del tren de forma automática atendiendo las informaciones del centro de mando. El maquinista, en este modo automático, se limita a supervisar que todo funciona correctamente sin tener que llegar a intervenir, aunque siempre podrá hacerse cargo del mando del tren si lo estima conveniente.

6.11.3. Información en balizas EBICAB 900:

EBICAB es un sistema de visualización y control de velocidad semicontinua, a través de aportación de información puntual de las balizas puestas en el carril, hay dos versiones de EBICAB, el EBICAB 700 que se utiliza en los países del norte de Europa como Escandinavia y Bulgaria, y EBICAB 900 que está aplicado en España y que se

denomina según la red española Renfe como un sistema de control ATP ya que participa muchas características con el sistema ERTMS de nivel 1.

El sistema está construido por un dispositivo receptor con un aparato de tipo ATP a bordo. El dispositivo a bordo utiliza un equipo de tipo TBS. El prototipo es un diseño de RENFE. El dispositivo está hecho para dar un control hasta una velocidad de 220km/h. también, el conjunto tiene la característica de juntar con el sistema ASFA, de tal manera que cualquier tren puede estar en cualquier vía ferroviaria contiene el ASFA. Cuando el sistema no funciona se usa el ASFA200 como sistema en condiciones separadas con reducción de velocidad a 200km/h. Los aparatos puestos en el carril son una cadena de balizas inductivas. Las balizas del EBICAB900 son pasivas y manejan la propia energía del receptor para enviar la información a una frecuencia de 27MHz. y en diferencia con el ASFA, estas balizas pueden transformar más de una señal por frecuencia. Se sitúan entre 2 y 4 balizas por señal, a modo de garantizar la emisión de información.

El equipo de embarque, tratando la señal dada por las balizas de carril, compara las curvas de velocidad en toda la franja del MA para parar el tren ante una posible señal rojo. Al mover sobre la siguiente baliza se activa la MA y se cambian las curvas para frenar ante la próxima señal en rojo. El sistema diseña cuatro curvas de control de velocidad: velocidad límite, velocidad de aviso, velocidad de supervisión y velocidad máxima de seguridad o emergencia. El conductor tendrá que mantener el tren lo más cercano a la velocidad autorizada. Si supera la velocidad indicada, salta una señal acústica que el conductor tendrá que saber. Si no actúa ante esta alarma y sigue superando la velocidad de control el tren apaga la fuente de alimentación de tracción y usa el freno auxiliar en hasta alcanzar una velocidad menor a la autorizada. Si la velocidad supera la velocidad máxima de control, el sistema usa el freno de emergencia hasta parar completamente el tren.

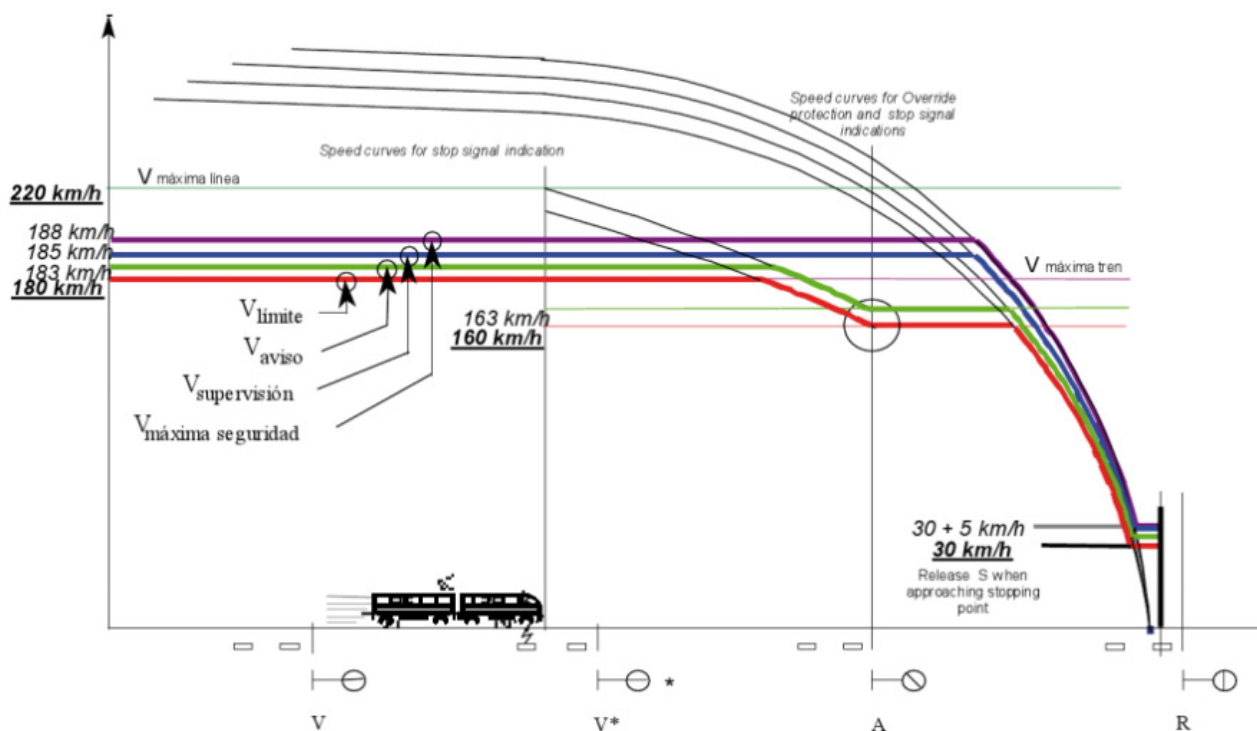


Figura 67: Curvas de frenado supervisión y control tipo en EBICAB900

7. Señalización de líneas de alta velocidad

7.1. Descripción General:

Cuando aumenta la velocidad, la percepción de las señales laterales se vuelve cada vez más difícil y se admite que la velocidad máxima para su observación normal en condiciones difíciles (en condiciones de niebla, por ejemplo) es del orden de 220 km/h.

Además, a pesar de los muy buenos resultados obtenidos en términos de seguridad ferroviaria, el hombre representa en esta área un eslabón débil en la cadena de seguridad que los equipos automáticos.

Estas dos consideraciones llevaron a la doble idea de que en las líneas de alta velocidad:

- El sistema de señalización tenía que diseñarse de modo que la seguridad ya no se basara en la observación de señales laterales, sino en la de las señales presentadas en la cabina del conductor;
- El funcionamiento de los trenes podría seguir siendo manual mediante la instalación de equipos de control de velocidad.

La aplicación de esta doble idea se puede traducir para el enlace móvil terrestre mediante una transmisión puntual a los lugares de implantación de señales laterales ficticias o mediante una transmisión continua.

El primer sistema de señalización es menos flexible que el sistema actual de líneas tradicionales porque las indicaciones dadas tienen un carácter de semi-continuidad en el espacio debido a la distancia de visibilidad de las señales mientras que una automatización a bordo no lo hace. Información fuera de los puntos de transmisión previstos. Por lo tanto, el móvil puede obedecer a un cambio de orden, como la atenuación de un orden de ejecución, después de un cierto período, lo que ocasiona inconvenientes en las condiciones operativas previstas.

Sin duda, habría sido posible multiplicar los puntos de transmisión de la información y así acercarse a una transmisión continua, pero esta solución no se ha estudiado en detalle durante el diseño de la señalización de las líneas a alta velocidad. Debido a que la transmisión continua tenía ventajas relacionadas con la tecnología utilizada y su historial técnico y económico era más favorable.

7.2.: Condiciones generales:

Las líneas de alta velocidad permiten una velocidad de 270 km / h hasta 300 km / h en la línea de alta velocidad.

Además, están conectados a la red convencional en varios puntos, lo que permite que los trenes de alta velocidad circulen en la red tradicional (compatibilidad).

En la operación normal, un tren cada cinco minutos en la línea de alta velocidad -SE y cada cuatro minutos en la línea de alta velocidad -A es posible con un margen suficiente: el sistema de señalización debe permitir un espaciado de los trenes de unos cuatro minutos en la línea de alta velocidad -SE y tres minutos y medio en la línea de alta velocidad -A.

Además, para mantener una calidad de servicio razonable en el caso de un incidente en uno de los dos carriles, las conexiones se instalan cada 25 a 30 km, y cada una de las secciones así delimitadas debe permitir el tráfico en ambas direcciones en un solo carril con el mínimo de restricciones en comparación con las condiciones normales de operación. Cada una de las pistas no está marcada y, por lo tanto, normalmente permite el tráfico de dos vías a la velocidad máxima.

Finalmente, se organizan apartados de unos pocos cientos de metros cada 80 km para permitir incluir el garaje de un remo después de un incidente.

Las posiciones de conducción de los trenes de alta velocidad están equipadas con señales de cabina que dan permanentemente al mecánico, durante las rutas en las líneas de alta velocidad, las órdenes necesarias para conducir el tren. Estos aparecen en el panel de control como indicaciones luminosas.

Además de las indicaciones proporcionadas por la señalización de la cabina, el mecánico puede recibir órdenes o información por medio de una señalización lateral (referencia geográfica del final de la posición del cantón, señales específicas de la tracción eléctrica, corte de corriente, ... y excepcionalmente señales de desaceleración para obras de construcción).

El espaciado de los trenes en la misma dirección se garantiza automáticamente mediante la señalización de la cabina. Al igual que las líneas clásicas, las líneas de alta velocidad se dividen en cantones cuya entrada ya no está representada por una señal luminosa con indicaciones variables, sino por una marca de indicación fija.

La longitud de cada cantón tiene en cuenta el perfil correspondiente.

7.3. El sistema de señalización

7.3.1. Visión del conjunto:

Teniendo en cuenta el flujo esperado y las condiciones operativas, así como las características de frenado de los trenes, el sistema de señalización incluye, para el enlace tierra-móvil:

- Un sistema de transmisión continua con 14 informaciones, que se puede ampliar a 18 informaciones.
- Un sistema de transmisión de información de 14 puntos de los cuales 11 se utilizan.

Además, la detección de roturas de riel se considera necesaria, de ahí el diseño de un sistema de señalización a partir de circuitos de vía.

Transmisión de información continua.

El dispositivo de transmisión de información continua es el circuito de canal de frecuencia modulada del tipo UM 71 con juntas de separación eléctrica.

La frecuencia base (F) es 1700, 2000, 2300 o 2600 Hz. La frecuencia de modulación (f) varía de 10.3 a 29 Hz dependiendo de la información a transmitir. La desviación de frecuencia es de ± 10 Hz, es decir, la frecuencia base F toma alternativamente los valores $F + 10$ y $F - 10$ a la frecuencia f.

El circuito de vía UM 71 es compatible con el uso de carriles soldados largos, sin interrupciones en la continuidad, lo que es favorable para la vía y el material rodante.

El diagrama esquemático del sistema de transmisión de información continua se muestra en la siguiente Figura.

Para evitar cualquier interferencia (transferencia de energía no deseada de un circuito a otro) tanto longitudinal (en la misma vía) como transversal (entre vías), el equipo se distribuye como se muestra en la Figura según su frecuencia base (F).

Los condensadores colocados cada 100 m compensan la inductancia lineal de la vía y, por lo tanto, reducen la pérdida de propagación en la vía (la longitud de los circuitos de la pista puede llegar a 2500 metros).

Además, la naturaleza de las corrientes utilizadas y el diseño del equipo hacen posible agrupar el equipo activo (transmisores, receptores) en puntos con una distancia de 10 a 12 km, por lo tanto, una instalación adicional para establecer los enlaces lógicos entre el equipo y el equipo. Para realizar operaciones de mantenimiento.

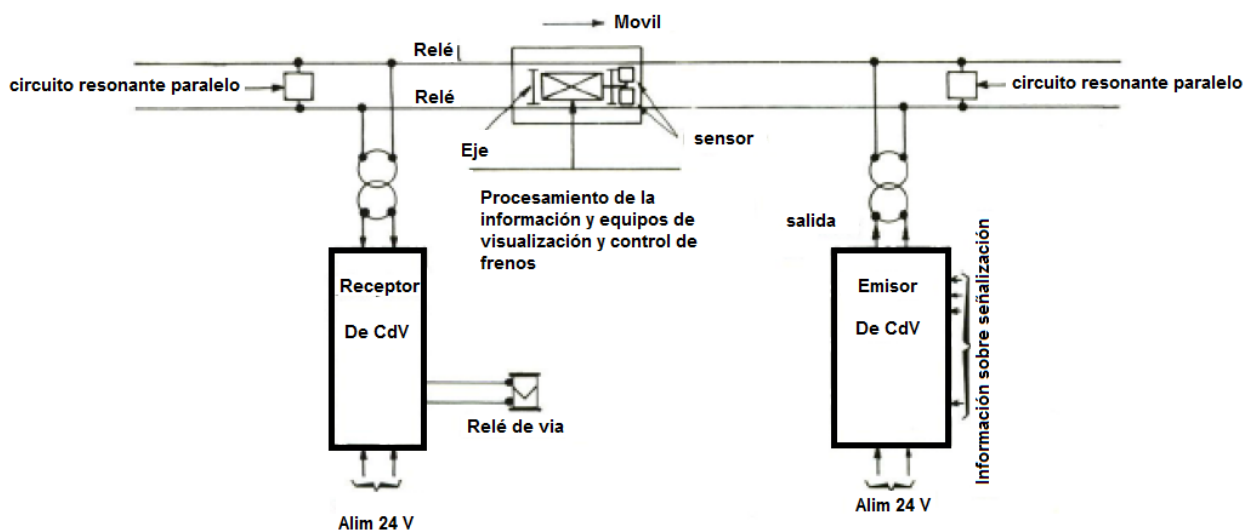


Figura 68: Diseño del equipo de circuito de vía

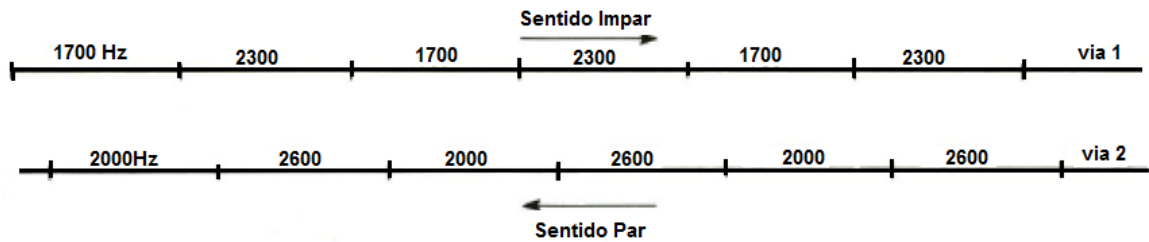


Figura 69: Sentido del movimiento del tren

Transmisión de información puntual

El dispositivo de información puntual o el emisor de información puntual (EPI) es un bucle de 10 m de longitud, ubicado en el canal.

Este bucle es alimentado, de acuerdo con la información a ser transmitida, por un generador de frecuencia pura. La siguiente Figura muestra el principio de instalación en la vía del bucle de información puntual.

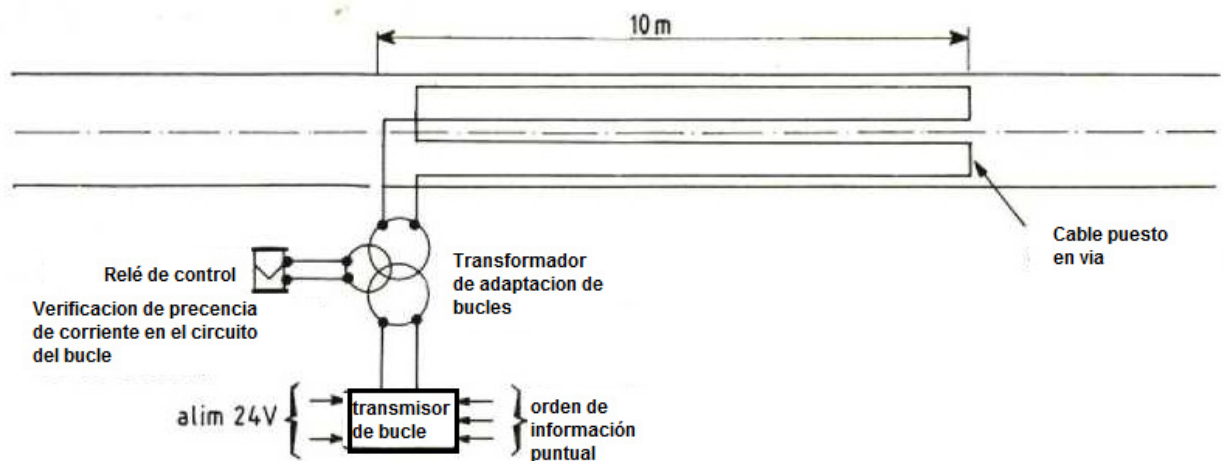


Figura 70: El bucle de información puntual

7.3.2. Orientación de circuitos de vía:

Para garantizar la transmisión de información continua entre la vía y los trenes, los circuitos de la vía deben ser direccionados por un receptor. En consecuencia, la banalización de las vías impone la capacidad de revertir los extremos de transmisión y recepción de todos los circuitos de vía. Esto se hace mediante relés de dirección, cambiando los cables de circuito de vía, ya sea en el transmisor o en el receptor. Para ello, el transmisor y el receptor de cada circuito de vía se instalan en el mismo centro del equipo y los elementos de conexión a la vía (cables, transformadores) son adecuados

indistintamente para transmitir la energía de emisión o para recoger la energía de recepción.

Las órdenes se prevén para que el defecto de orientación de un circuito de vía que daría lugar a una ausencia brutal de información en el tren regularmente anunciado en sentido ascendente, por la secuencia normal de reducción de velocidad, para evitar frenados inesperadamente fuertes.

7.3.3. Señal de parada:

El funcionamiento del bloque no difiere fundamentalmente del clásico bloque de luz automático, al número de información.

El espaciamiento de los trenes es provisto por un cuarto fijo y la distancia de parada a 300 km / h se divide normalmente en cuatro cantones. A esta distancia se agrega un bloque con una información de advertencia "(300 V)" que anuncia la secuencia de desaceleración (1) y un bloque de almacenamiento intermedio.

De hecho, en las líneas de alta velocidad siempre existe, debido a que el uso del lado luminoso convencional no indica una distancia entre el punto de parada normal y el punto a proteger para permitir la posible acción del control de velocidad. Por lo tanto, si el conductor no obedece la información que se le presenta, el control de velocidad activará el frenado de emergencia, garantizando así en todos los casos el punto a proteger (2). Los ejemplos que se dan a continuación se refieren a secciones de línea con una velocidad máxima de 300 km / h. Para secciones de línea con una velocidad máxima de 270 km / h, la información de 300 V, (300 V), 270 A se reemplaza por la información de 270 V y (270 V).

la secuencia de un tren frente a una señal F o Nf con una sección de búfer normal
La siguiente Figura muestra, para una sección de búfer normal, la curva de velocidad que seguirá a un móvil que se aproxima a una señal F y los umbrales de velocidad que no deben superarse en cada bloque para evitar el frenado automático

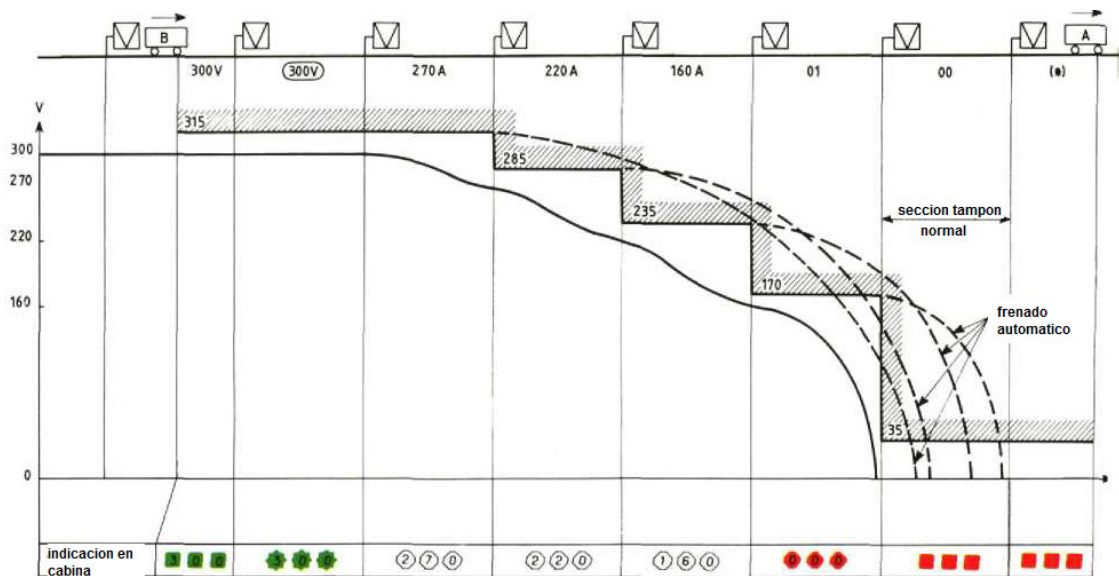


Figura 71: La curva de velocidad

7.3.4. La secuencia del tren frente a una señal Nf con una sección de tampón mínima:

Se dice que la sección del búfer es mínima cuando la distancia que separa la marca de parada del punto a proteger es menor que 570 m de longitud, pero se mantiene por encima de los 100 m, Como en el caso de la sección de tampón mínima, la distancia de detención se extiende sobre cinco cantones, un control puntual a 65 km / h asociado con la información 02 completa la secuencia de desaceleración.

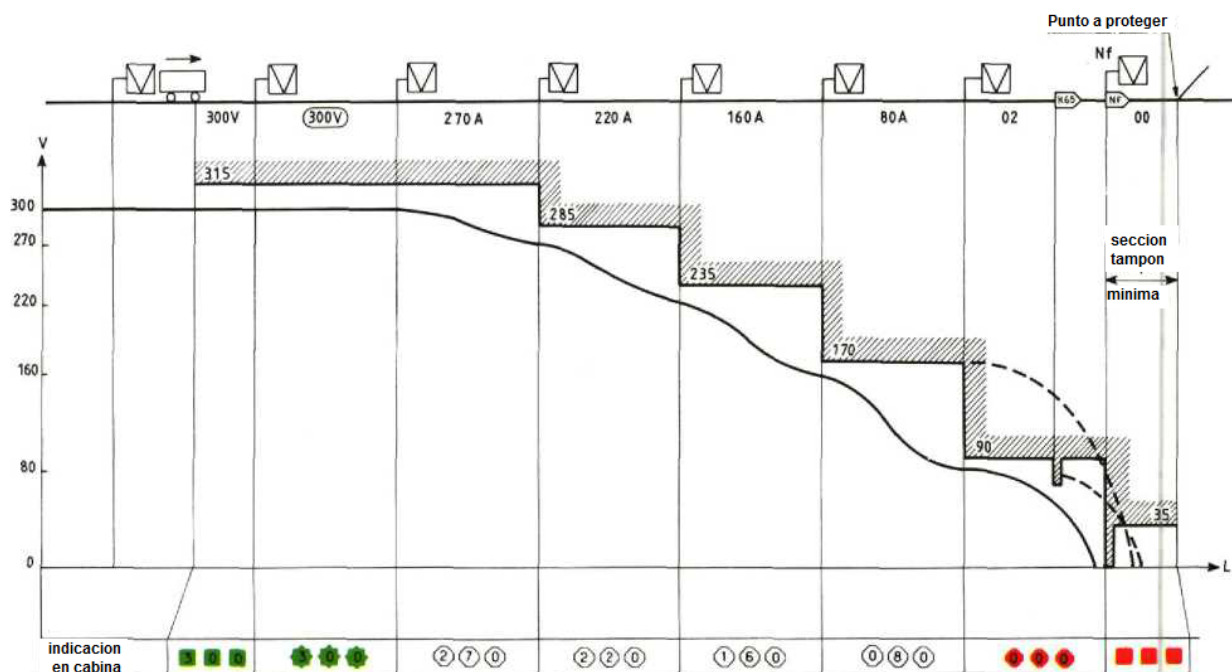


Figura 72: parada absoluta (EPI Nf) asociada con cualquier marcador Nf completa la lógica de parada absoluta

7.4. Indicaciones dadas al conductor de trenes de alta velocidad:

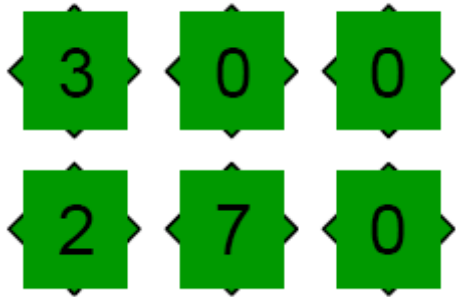
7.4.1. Información continua en la cabina:

La visualización de información continua en la cabina puede proporcionar una de las indicaciones luminosas que se especifican a continuación:



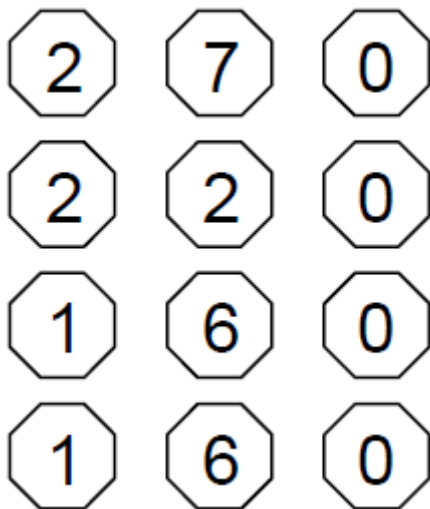
1. Indicaciones "300V" y "270V" (1)

Las indicaciones "300V" y "270V" permiten la circulación en el límite de velocidad de la línea, 300 o 270 km / h.



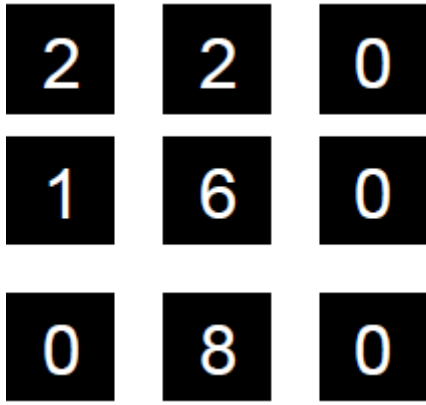
7.4.2. indicaciones intermitentes "300V" y "(270V)"

Las señales intermitentes "(300V)" y "(270V)" informan al conductor de locomotora que está autorizado a conducir a una velocidad de 300 o 270 kilómetros por hora hasta el final del cantón, pero que es susceptible, en la entrada del siguiente cantón, reciba la indicación "270A" o "220A".



7.4.3. Indicaciones de anuncios

Cada uno de los cuatro Indicaciones "270A", "220A", "160A" o "80A" ordena al conductor de locomotora que no exceda la velocidad correspondiente a la entrada del siguiente cantón.



7.4.4. Indicaciones de rendimiento.

Cada una de las tres indicaciones de ejecución "220E", "160E" o "80E" ordena al conductor que no exceda la velocidad correspondiente.

Una indicación de ejecución normalmente está precedida por la indicación del anuncio de la misma obligación.



7.4.5. Indicación "Cero"

La indicación "Cero" ordena al maquinista que se para antes de que se encuentre la primera señal.



6. Indicación "roja"

La indicación "roja" manda al mecánico:

- circular por la vía, para parar antes de encontrar la primera señal.

Solo se le da una indicación al mecánico a la vez.

Tan pronto como se produce un cambio de indicación, el mecánico cumple con la nueva indicación.

Un cambio de indicación que muestra una indicación más imperativa que la anterior se realiza normalmente solo en la entrada de un bloque al cruzar la marca correspondiente. Por otro lado, un cambio que muestra una indicación menos imperativa se puede hacer en cualquier punto.

7.5. Información puntual en la cabina.

Cierta información relacionada con los puntos geográficos se transmite al paso de los trenes teniendo en cuenta parte del estado variable de la señalización.

7.5.1. Control de velocidad

Para cada indicación de la señal de la cabina, un control automático de velocidad deberá, si la velocidad del tren alcanza un valor tal que no pueda mantenerse sin peligro, activar el frenado y la activación simultánea de la indicación luminosa "CONTROL DE VELOCIDAD".

En tal caso, el ingeniero de locomotoras debe confirmar inmediatamente el frenado automático. Mantiene el frenado hasta que pueda cumplir nuevamente con las indicaciones de la señal de la cabina, aunque mientras tanto el indicador "CONTROL DE VELOCIDAD" se apague.

7.5.2. Repetición acústica - Grabación

Cualquier cambio en la indicación luminosa de la señalización de la cabina normalmente provoca el viaje en la posición de conducción:

- La indicación audible continua de "señal cerrada" cuando aparece una indicación de luz más restrictiva,
- La breve indicación audible de "señal abierta" cuando aparece una indicación de luz menos restrictiva. Sin embargo, los pasajes de "300V" a "(300V)", "270V" a "(270V)" y viceversa no se repiten.

El mecánico detiene la indicación audible de "señal cerrada" presionando el botón del reloj; Esta acción se registra en una tira gráfica. Si falla esta acción en cinco segundos, se activa el frenado automático.

Cada una de las indicaciones luminosas presentadas por la señalización de la cabina es el tema de una grabación continua en una banda gráfica.

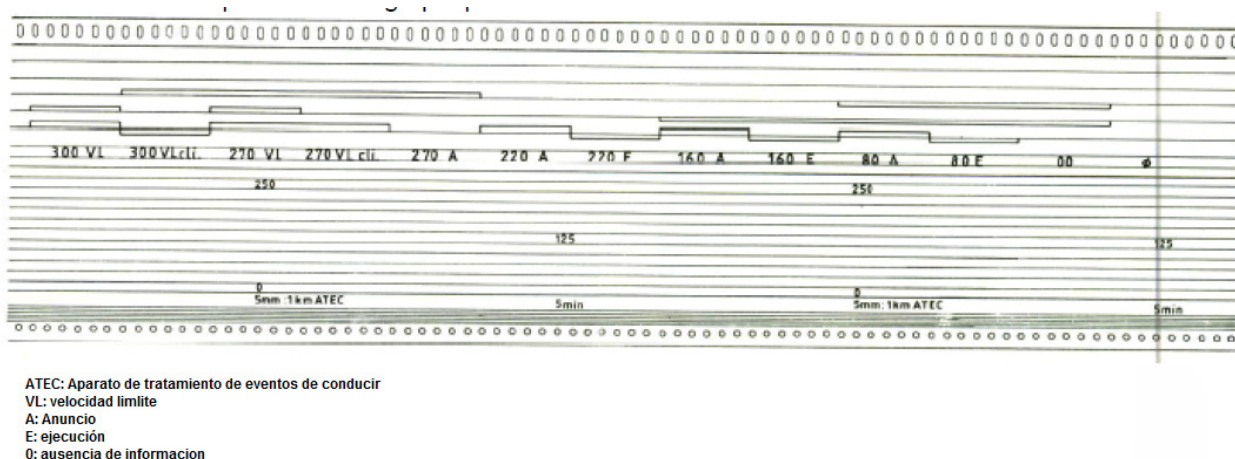


Figura 73: Banda gráfica de grabación continua

7.6. Transmisión de información continua:

El dispositivo de transmisión de información continua es el circuito de vía de frecuencia modulada del tipo UM-71 con juntas de separación eléctrica.

La frecuencia base (F) es de 1700, 2000, 2300 o 2600 Hz. La frecuencia de modulación (f) varía de 10.3 a 29 Hz dependiendo de la información a transmitir. La desviación de frecuencia es de ± 10 Hz, es decir, la frecuencia base F toma alternativamente los valores $F + 10$ y $F - 10$ a la tasa f.

La tabla de la siguiente Figura enumera la información continua.

El circuito de vía UM-71 es compatible con el uso de carriles soldados largos, sin interrupciones en la continuidad, lo que es favorable para la vía y el material rodante.

El diagrama esquemático del sistema de transmisión de información continua se muestra en la Figura 74.

Para evitar cualquier interferencia (transferencia de energía no deseada de un circuito a otro) tanto longitudinal (en la misma vía) como transversal (entre vías), el equipo se distribuye según su frecuencia base (F).

Los condensadores colocados cada 100 m compensan la inductancia lineal de la vía y, por lo tanto, reducen la pérdida de propagación en la vía.

Además, la naturaleza de las corrientes utilizadas y el diseño del equipo hacen posible agrupar el equipo activo (transmisores, receptores) en puntos con una distancia de 10 a 12 km, por lo tanto, una instalación adicional para establecer los enlaces lógicos entre el equipo y el equipo. Para realizar operaciones de mantenimiento.

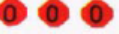
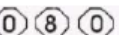
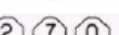
FRECUENCIA moduladora	ASIGNACIÓN	Presentación en cabina	Control ASOCIADO
29	00	 (1)	Vmax. 35 km/h
26,8	02		Vmax. 90 km/h
24,6	01		Vmax. 170 km/h
22,4	80E		Vmax. 90 km/h
20,2	80A		Vmax. 170 km/h
19,1	160 E		Vmax. 170 km/h
18	160 A		Vmax. 235 km/h
15,8	220E		Vmax. 235 km/h
14,7	2 20A		Vmax. 265 km/h
12,5	(270 V)		Vmax. 265 km/h
10,3	270 V		Vmax. 265 km/h
16,9	270A		Vmax. 315 km/h
13,6	(300V)		Vmax. 315 km/h
11,4	300V		Vmax. 315 km/h

Tabla 3: La lista de la información continua

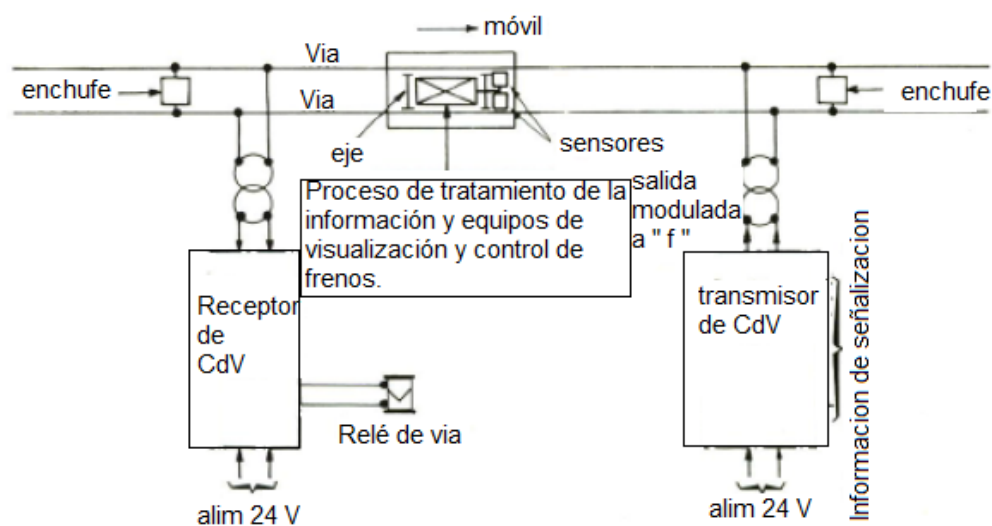


Figura 74: El Diagrama esquemático del sistema de transmisión de información continua

8. Futuro de la señalización ferroviaria

8.1. Introducción:

Si bien ERTMS es hoy en día la tecnología estándar europea para el sistema de señalización ferroviaria principal, las líneas urbanas más modernas (por ejemplo, el metro de Londres, el metro de Nueva York, el metro de París) están equipadas con el sistema CBTC menos estandarizado, pero aún más eficiente.

El sistema CBTC (Control de tren basado en comunicación) es completamente automático (no se requiere que el conductor opere el tren en operaciones normales), por lo que puede considerarse un sistema de señalización ATO (operación automática del tren).

Un sistema CBTC se puede dividir en un conjunto de subsistemas que interactúan entre sí para:

- Mejorar la seguridad del sistema.
- Proporcionar un funcionamiento eficiente de los trenes.
- prevenir cualquier condición peligrosa.
- Mejorar la recuperación del servicio.

A continuación, se presenta una descripción simplificada de la descripción del sistema CBTC.

8.2. Equipo CBTC:

Es un Centro de gestión de tráfico que generalmente utiliza estaciones de trabajo interconectadas para proporcionar una interfaz conductor-máquina, con la que el operador interactúa, principalmente para:

- visualizar la ubicación de los trenes y el estado de salud de los componentes de CBTC
- Asignar rutas para trenes y solicitar la configuración de puntos apropiada

8.3. Equipo de camino CBTC:

Garantiza la separación segura del tren y el movimiento seguro del tren en todo el sistema comparando CBTC con ERTMS, además implementar funciones de interbloqueo con el propósito de procesar las solicitudes de bloqueo de ruta provenientes del subsistema ATS.

La disminución del consumo energético es una de las características de los especialistas de trenes, según los razonamientos económicos y climáticos. El nuevo sistema de señalización, supervisión de trenes formado por las comunicaciones se está ubicando en vías nuevas y en líneas reseñalizadas para admitir una alta frecuencia de ocupación de vía. La peculiaridad de señalización continua entre la cabina y el carril que favorece el trabajo energético de la circulación ferrocarril según el reajuste de la señalización y del manejo del sistema automático de conducción (ATO) entre todos los sitios entre dos estaciones.

Se trata de dos retos importantes. El primero es el planteo de márgenes de velocidad eficaz para la circulación sin interrupción de trenes entre dos estaciones. El segundo se trata de la comunicación entre dos trenes contiguos según las normas de circulación y plantea un algoritmo de persecución para reservar energía.

Se plantea una tecnología para el planteo de márgenes de velocidades altas para trenes con ATO. La tecnología se trata de un nuevo cálculo para perfeccionar sus objetivos llamado NSGA-II-F para el planteo de márgenes de velocidades de manera que da todas las soluciones eficaces formando una curva de distribución de Pareto. La curva de Pareto contiene soluciones concretas para obtener todas las situaciones en una circulación de trenes. La variación del peso del tren causada por la masa de pasajeros se crea como un parámetro indefinido. Cada uno de estos márgenes de velocidades obtenidos se diseñan como un conjunto de medidas que se mandan al equipo ATO para establecer la conducción esperada.

La otra parte del estudio se basa en el diseño y aplicación de un algoritmo de persecución para supervisar la circulación de dos trenes contiguos en situaciones distintas que se representan en variaciones en las situaciones normales de movimiento del tren de delante y sus efectos en los trenes que le persiguen. Cuando un tren acerca del otro, el algoritmo de seguimiento vigila la distancia entre ambos. El tren que persigue recoge una información de radio de la velocidad en que debe circular, que se restablece frecuentemente cuando el tren anterior circula. El objetivo del algoritmo presentado es elaborar labores de vigilancia de tal manera que 2 trenes contiguos conserven un margen de persecución respetando las normativas de seguridad y utilizando métodos de conducción económica (uso de desvíos).

EL objetivo de los Proyectos actuales en la Agencia Ferroviaria de la Unión Europea es estandarizar a nivel europeo y incluso mundial la señalización ferroviaria con el objetivo de facilitar el Cruce de fronteras entre los países de la Unión europea

minimizando los costes y tiempo de cambio de sistemas de señalización teniendo en cuenta la seguridad de los equipos del tren y de los pasajeros o mercancía.

9. Bibliografía

- **Los sistemas de control de tráfico y señalización en el ferrocarril (Biblioteca Comillas, Ingeniería) – 24 oct 2011 de Fernando Montes Ponce de León (Autor).**
- **SEÑALIZACION Y SEGURIDAD FERROVIARIA – FRANCISCO GONZALEZ FERNANDEZ (Autor).**
- **ADIF-Indra. El sistema de control y gestión global para tráfico ferroviario DaVinci. Madrid, 2013**
- **INFORMACIÓN SOBRE LA RED FERROVIARIA DEL PUERTO DE BARCELONA Rev.03-01 de junio de 2018**
- **Informe de la comisión técnico-científica para el estudio del sector ferroviario-Junio2014.**
- **RAILWAY SYSTEMS, TECHNOLOGIES AND OPERATIONS ACROSS THE WORLD.**
- **La_signalisation ferroviaire- Roger retiveau (Autor).**
- **TECNICA FERROVIARIA-ALEJANDRO ALVAREZ STEIN (Autor).**