
ANEJO Nº 5

IMPLANTACION DEL SISTEMA

ÍNDICE

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | INTRODUCCIÓN | 1 |
| 2 | OBJETIVOS DE LA SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA | 2 |
| 3 | FUNCIONAMIENTO | 3 |
| 4 | ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN | 6 |
| 4.1 | ELEMENTOS Y FUNCIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN | 6 |
| 4.1.1 | Subsistema de petición de itinerario..... | 7 |
| 4.1.2 | Subsistema de detección..... | 7 |
| 4.1.3 | Mando y control | 10 |
| 4.1.4 | Señales..... | 11 |
| 4.1.5 | Subsistema tram-stop..... | 13 |
| 4.1.6 | Accionamiento de agujas..... | 14 |
| 4.1.7 | Sistema de calefacción de agujas | 14 |
| 4.1.8 | Balizas de refresco..... | 15 |
| 4.1.9 | Puesto de mando del tranvía | 16 |
| 4.2 | OPERACIÓN NOMINAL | 16 |
| 4.3 | OPERACIÓN DEGRADADA..... | 18 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Aspectos discos tranviarios..... | 12 |
|---|----|

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Malla de explotación - Nominal | 4 |
| Ilustración 2. Malla de explotación – Degradado | 5 |
| Ilustración 3. Arquitectura del sistema de señalización | 6 |
| Ilustración 4. Esquema de circuito de vía | 8 |
| Ilustración 5. Circuito de vía ocupado (en este caso, con juntas aislantes)..... | 9 |
| Ilustración 6. Arquitectura subsistema TRAM-STOP | 13 |
| Ilustración 7. Arquitectura subsistema calefacción de agujas..... | 15 |

1 INTRODUCCIÓN

El objeto de este anejo es analizar la funcionalidad del sistema de señalización tranviaria en la ampliación del tranvía de Vitoria a Salburua.

Los contenidos de este análisis son los siguientes:

- Objetivos del sistema de señalización, donde se detalla la necesidad de instalar un sistema de señalización en las nuevas zonas de maniobras (Salburua y Nikosia), y adaptación de la zona de maniobras existente junto a la estación de Florida (capítulo 2).
- Funcionamiento del sistema de señalización, donde se describe el funcionamiento básico del sistema de señalización tranviaria que se implantará en las nuevas zonas de maniobras próximas a las paradas de Nikosia y Salburua.
- Arquitectura del sistema de señalización, donde se describe la arquitectura básica del sistema de señalización tranviaria existente actualmente en el tranvía de Vitoria y la integración de las nuevas zonas de maniobras.

2 OBJETIVOS DE LA SEÑALIZACIÓN TRANVIARIA

El principal objetivo del sistema de señalización tranviaria del Tranvía de Vitoria – Gasteiz, es proporcionar una explotación segura y automatizada de todos los posibles itinerarios existentes a lo largo de las líneas, pudiendo garantizarse así una frecuencia de operación que cubra las necesidades de explotación requeridas por el operador.

Gracias a la implantación de dicho sistema de señalización en las nuevas zonas de maniobras correspondientes a la ampliación a Salburua (Nikosia y Salburua) se conseguirán los siguientes objetivos operativos de la explotación:

- Una creación y gestión de itinerarios segura de manera que nunca se lanzarán itinerarios incompatibles con el itinerario en curso evitando así situaciones no seguras.
- El acoplamiento y bloqueo de las agujas hasta la disolución del itinerario en curso con el fin de evitar que se muevan cuando un tranvía esté pasando sobre ellas.
- La contribución a la gestión de los movimientos necesarios de los tranvías para facilitar y hacer más eficaz la explotación.

La explotación del tramo Florida – Salburua, al igual que en el resto del Tranvía de Vitoria-Gasteiz, se basará en un modo de conducción “marcha a la vista” tanto en la vía ascendente como en la vía descendente que conforman dicho tramo.

Esta solución es ampliamente aplicada en los sistemas tranviarios, en los cuales la protección se basa principalmente en los elementos de señalización laterales (señales), que mostrarán un aspecto restrictivo al conductor cuando las condiciones no sean idóneas y seguras para el avance del vehículo.

*Nota: se parte de la hipótesis de que la de frecuencia operación será de 7,5 minutos, de forma que la maniobra de cambio de andén a través del bretel de la estación terminal de Salburua se realizará cada 15 minutos.

3 FUNCIONAMIENTO

Como se ha comentado anteriormente, la explotación del tramo Florida - Salburua se realizará en modo marcha a la vista, disponiéndose de un trazado compuesto por doble vía en todo el recorrido, es decir una vía dedicada en sentido ascendente y otra vía dedicada en sentido descendente.

La gestión de las zonas de maniobras de Salburua y Nikosia se realizará a través de un enclavamiento electrónico y se centralizará en el puesto de mando del tranvía a través de la red de comunicaciones IP existente.

Respecto a la ubicación de los enclavamientos, el enclavamiento de Nikosia se instalará en el bloque técnico de la propia parada mientras que el enclavamiento de Salburua quedará instalado dentro de la subestación adyacente.

Remarcar que el principio operación y conducción de marcha a la vista, implica que el conductor es el responsable del respeto de las señales y de las distancias mínimas de seguridad respecto a otros tranvías quedando bajo su responsabilidad cumplir con la curva de frenado pertinente.

Las zonas de maniobras de Salburua y Nikosia incluirán:

- Un bretel (desvío doble) previo a ambas paradas partiendo de Florida que permitirá que ambas paradas funcionen como paradas terminales y dando la posibilidad de operar en anillos si la situación lo requiere.
- La estación de Salburua actuará como estación terminal en explotación nominal, y la estación de Nikosia podrá actuar como estación terminal en caso de obras o incidencias entre ésta y Salburua que imposibiliten la circulación en este tramo.

Los esquemas a continuación recogen la metodología general de explotación para el tramo objeto del proyecto.

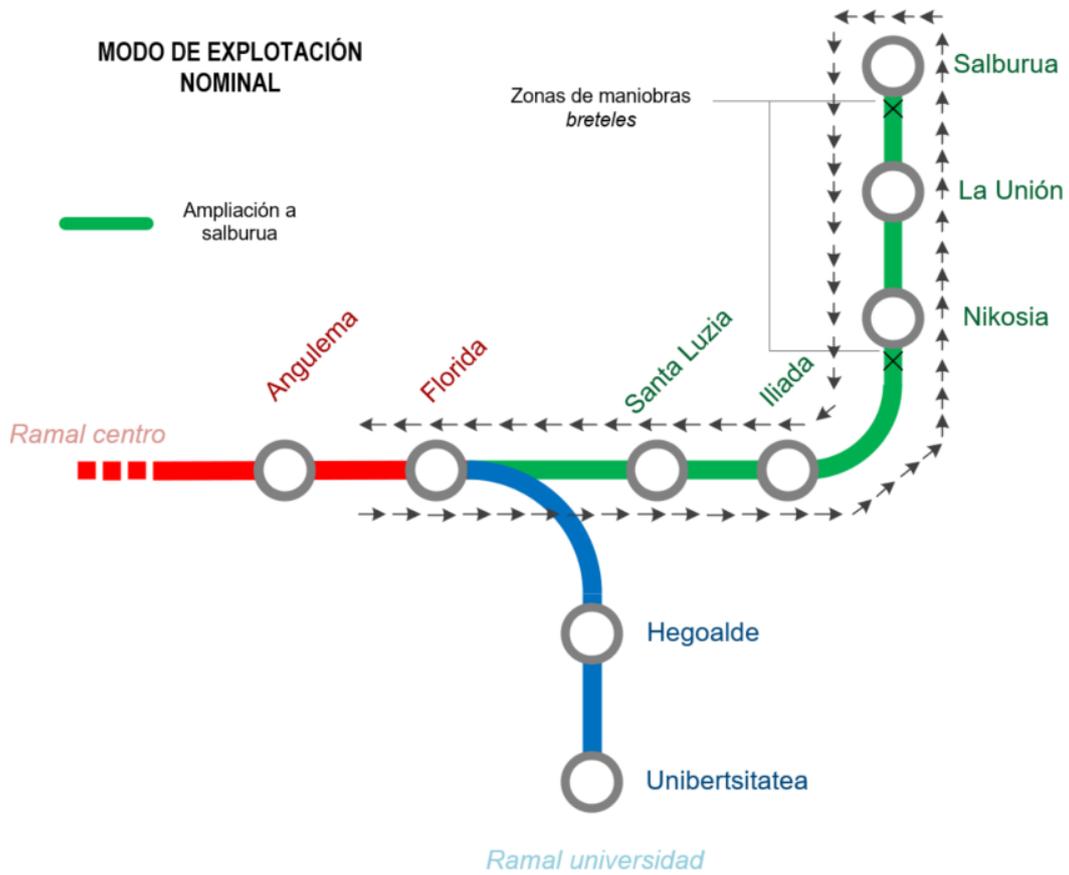


Ilustración 1. Malla de explotación - Nominal



Ilustración 2. Malla de explotación – Degradado

Asimismo, se modificará la zona de maniobras de Florida para adaptarla a los siguientes requisitos:

- Nuevo movimiento de salida desde señal S2 de estación Florida hacia Salburua por la misma vía. Básicamente, es el movimiento que permite circular por esta ampliación.
- El resto de los movimientos se mantienen definidos como lo estaban hasta la fecha.

4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

A continuación, se recoge un esquema resumen donde se puede ver la arquitectura global del sistema de señalización tranviaria en el tranvía de Vitoria con la integración de las dos nuevas zonas correspondientes a la ampliación:

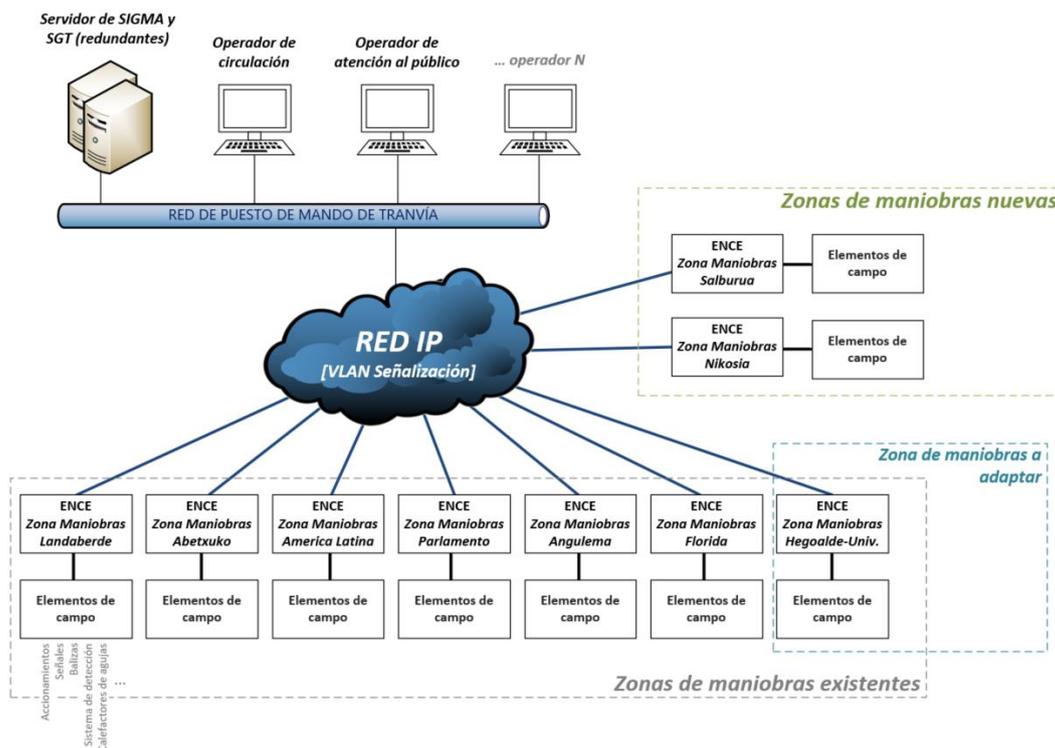


Ilustración 3. Arquitectura del sistema de señalización

Las necesidades extra de comunicación que se generan con la inclusión de las nuevas zonas de maniobras es la siguiente:

- Comunicación e integración en telemando de señalización tranviaria de los enclavamientos de Nikosia y Salburua a través de la red IP existente.

4.1 ELEMENTOS Y FUNCIONES DEL SISTEMA DE SEÑALIZACIÓN

El sistema de señalización tranviaria manda y controla todos los elementos que forman parte de la zona de vías como son los accionamientos de agujas, señales, balizas y circuitos de vía y a su vez está compuesto de varios subsistemas con funcionalidades propias.

A continuación, se describe cada uno de ellos:

4.1.1 SUBSISTEMA DE PETICIÓN DE ITINERARIO

La realización de las peticiones de itinerario en la explotación del nuevo tramo se podrá realizar del mismo modo que se realiza actualmente en el resto de la línea, es decir, de cuatro modos diferentes y con diferente grado de automatización:

- Desde el Sistema de Gestión del Tranvía (SGT) se podrá realizar las peticiones de manera automática según el servicio que corresponda, a medida que el tranvía se acerca a la zona de maniobras.
- Desde el puesto de mando se podrán realizar manualmente estas peticiones sobre la zona de maniobras a través de la aplicación que se encuentra instalada en el puesto de mando y que permite la activación de estas peticiones.
- Mediante un sistema de detección tranviaria, específicamente adaptado para este uso, consistente en una baliza de petición de itinerario colocada en la vía y un emisor que se dispone en el material móvil. La petición la realizará el conductor a su paso por encima de la baliza a través de los mandos dispuestos para ello en el pupitre de conducción del material rodante con el que se opera la línea.
- Manualmente mediante una caja de mando manual, situada a pie de señal, y sólo accesible a través de una llave específica. Esto se realizará en la línea como última opción siendo el modo más degradado, ya que requiere que el conductor baje de la unidad.

4.1.2 SUBSISTEMA DE DETECCIÓN

Se utilizarán circuitos de vía de tipo tranviarios específicamente adaptados para la detección del material móvil con la finalidad de proteger las zonas de agujas (breteles en este caso).

A través de las secuencias de ocupado-desocupado de los diferentes circuitos de vía asociados a cada uno de los itinerarios, el enclavamiento no permitirá que se ejecuten aquellos movimientos que sean incompatibles con la ruta en curso.

Durante el paso del tranvía por una de las agujas del itinerario, el enclavamiento bloqueará dicha aguja hasta que se libere todo el itinerario.

En esta zona es preciso que los carriles de la vía no estén en contacto, por lo que disponen de riostras aislantes y mallazo de fibra (elementos a incluir por parte de Obra Civil).

La detección del tranvía se utiliza en la señalización para las siguientes funciones principales:

- Protección de agujas con accionamiento eléctrico (protección por efecto pedal). La ocupación del CV o cantón asociado impide el movimiento de la aguja motorizada a la que protege.
- Detección de tranvías en el entorno de las zonas de maniobra, permitiendo establecer itinerarios únicamente cuando se asegura que el tramo de vía asociado a ese movimiento se encuentra libre de tranvías.
- Establecimiento de secuencias de paso, mediante la utilización de dos circuitos o cantones, permitiendo la liberación de itinerarios, bloqueos o detección de paso en cruces y paradas.

El esquema general de uno de estos circuitos es el siguiente:

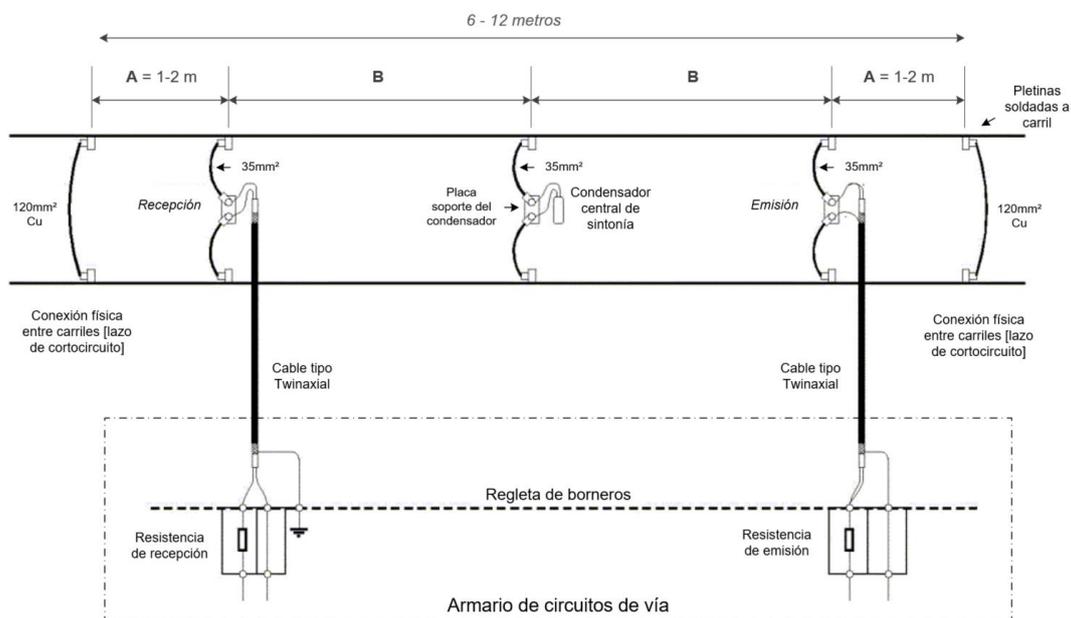


Ilustración 4. Esquema de circuito de vía

Están compuestos por un condensador central, dos elementos para utilizar como emisor / receptor y dos conexiones físicas entre carriles. La longitud total de los circuitos de vía varía entre 6 y 12 metros.

En función de la longitud del circuito de vía, las distancias entre los diferentes elementos variarán. La distancia entre lazo de cortocircuito y receptor / emisor deberá de ser como mínimo de un metro y como máximo de dos metros. La posición del condensador de sintonía será central con respecto al emisor y receptor.

Los circuitos de vía tranviarios combinan la detección a través del “shunt” entre carriles (derivación eléctrica entre carriles al situarse un eje de ruedas dentro del área del circuito) con la detección de masa metálica. Para que el circuito de vía detecte ocupación, primero debe detectar la derivación eléctrica por presencia de eje, y posteriormente mantiene la ocupación del circuito mediante la detección de la masa metálica del tranvía. Este procedimiento de detección permite:

- Mantener estado de ubicación aún cuando no exista un eje de ruedas tranviario dentro del área del circuito (siempre y cuando se haya detectado previamente)
- Poder utilizar los circuitos de vía en zonas compartidas entre tranvía y vehículos de tráfico rodado. No obstante, no se plantea ubicar circuitos de vía en zonas compartidas para facilitar labores de instalación, pruebas y mantenimiento.

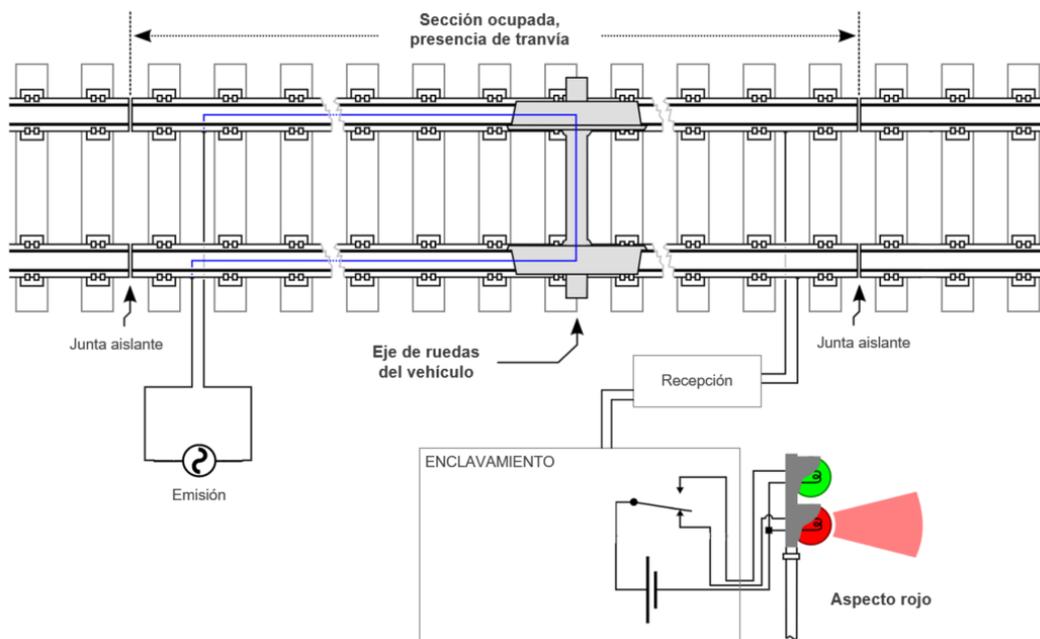


Ilustración 5. Circuito de vía ocupado (en este caso, con juntas aislantes)

4.1.3 MANDO Y CONTROL

El mando y control de las zonas de maniobras de Nikosia y Salburua se realizará a través de un enclavamiento electrónico instalado en cada una de las paradas y se centralizará en el puesto de mando del tranvía a través de la red de comunicaciones IP.

El mando y control de la zona de maniobras de Florida se realiza mediante un enclavamiento electrónico existente, el cual se encuentra actualmente centralizado en el puesto de mando del tranvía a través de la red de comunicaciones IP.

Se ejecutarán los cambios necesarios en las aplicaciones del centro de mando para gestionar y controlar la zona de maniobras de Florida en base a la nueva disposición de elementos de campo y el cuadro de movimientos actualizado. La misma actuación será llevada a cabo para los enclavamientos de Nikosia y Salburua.

La función principal de cada uno de los enclavamientos es la de establecer las condiciones de seguridad necesarias para la circulación de unidades tranviarias en las zonas de maniobras para lo cual recibe la información necesaria de los elementos de campo.

Cada enclavamiento estará constituido por los siguientes conjuntos funcionales de elementos:

- Módulo de comunicación con el puesto de mando de señalización
- Módulo de comunicación con el mando local
- Módulo de emisión de indicaciones para las balizas del sistema Tram-Stop
- Módulo de recepción de órdenes de balizas
- Módulo de diagnóstico
- Módulo de entradas/salidas para el encendido, control y comprobación de los discos tranviarios
- Módulo de entradas/salidas para el mando y la comprobación de los accionamientos de aguja.
- Módulo de entrada para la comprobación de otros elementos de campo
- Módulo de entradas/salidas para el envío y recepción de señales intercambiadas con el regulador de tráfico viario

- Lógica-software de control.
- Módulos de alimentación.

Los enclavamientos dispondrán de las siguientes interfaces con los elementos de campo:

- Con los elementos de campo de señalización tranviaria:
 - Discos tranviarios: encendido y comprobación del aspecto del disco.
 - Accionamientos de aguja: mando y comprobación del estado de las agujas.
 - Calefactores de aguja: encendido y comprobación del estado del calefactor
 - Circuitos de vía y contadores de ejes: señales que le permiten determinar la ocupación de un cantón y realizar el bloqueo de las agujas.
 - Balizas de petición de itinerario: reciben la petición de itinerario tras la correspondiente solicitud del conductor al paso del tranvía por la baliza.
 - Balizas tram-stop: envían la información del estado de las señales del tranvía al equipamiento embarcado.
 - Caja de mando manual: reciben la petición de itinerario tras la correspondiente solicitud del personal autorizado.
- Con el telemando de señalización tranviaria
- Con el sistema de señalización viaria.

4.1.4 SEÑALES

Se utilizarán señales adaptadas a la funcionalidad del sistema para la transmisión de información al conductor del tranvía, estando éstas formadas por dos focos de LED's de 200 mm de diámetro con óptica de LED's blancos.

El disco inferior tendrá una orla de LED's y un triángulo, mientras que el superior dispondrá de la misma orla y una barra horizontal y vertical y/o inclinada, según las necesidades de la funcionalidad de la zona de maniobras concreta en la que se instala la señal.

| Situación | Instrucción conductor | Aspecto discos |
|-----------------------------------|---|----------------|
| Sistema en reposo | Paso prohibido | |
| Recibida petición de ruta | Paso prohibido (Triángulo muestra recepción de la petición por parte de enclavamiento) | |
| Concedida petición de ruta | Paso permitido (salida recta) | |
| Concedida petición de ruta | Paso permitido (salida a desviada - derecha) | |
| Concedida petición de ruta | Paso permitido (salida a desviada - izquierda) | |

Tabla 1. Aspectos discos tranviarios

El triángulo inferior se activará cuando se realice una petición y ésta esté siendo gestionada por el enclavamiento. Cuando el tranvía abandone la zona de maniobras y libere el itinerario el aspecto de la señal volverá a “Sistema en reposo. Paso Prohibido”.

4.1.5 SUBSISTEMA TRAM-STOP

Las balizas Tram-Stop son balizas emisoras instaladas a pie de las señales de circulación.

Su función es proteger los movimientos regulados por su señal asociada, enviando una orden de frenado a los tranvías si estos rebasan la señal en aspecto restrictivo (barra horizontal).

Por otro lado, si la señal se encuentra en aspecto permisivo, las balizas envían información de vía libre, permitiendo el paso del tranvía.

En los mensajes transmitidos a los equipos embarcados, además de la orden de frenado, se incluye el PK de la línea en el que se encuentra la baliza y el identificador de la baliza. La transmisión de información por parte de la baliza es permanente. A continuación, se recoge un esquema de la arquitectura del sistema Tram-Stop.

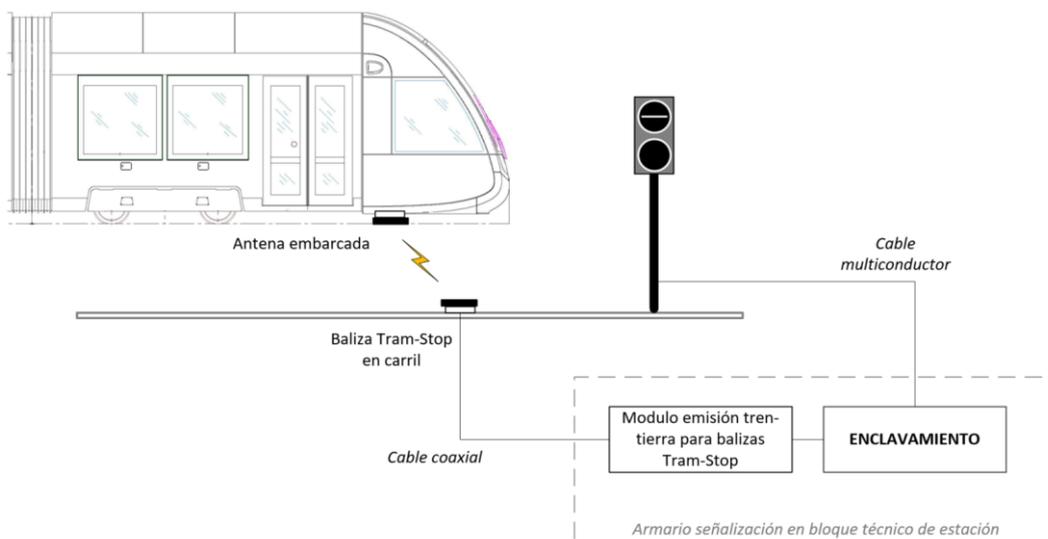


Ilustración 6. Arquitectura subsistema TRAM-STOP

Al igual que con las balizas receptoras de petición, la comunicación baliza-tranvía se realiza puntualmente al paso de los tranvías sobre las balizas.

4.1.6 ACCIONAMIENTO DE AGUJAS

Se utilizarán accionamientos electrohidráulicos en las agujas de los desvíos. Estos accionamientos estarán alimentados en trifásica (380/400 V.c.a.) desde el bastidor de distribución y conexiones del enclavamiento.

En general, el enclavamiento recibe la siguiente información de cada una de las agujas:

- Comprobación de aguja en posición recta
- Comprobación de aguja en posición desviada
- Comprobación de palanca

A partir del estado de estas entradas de seguridad, el enclavamiento determina la posición en la que se encuentra la aguja y la transmite al CTC.

La protección de las agujas se realiza a través de circuitos de vía tranviarios.

4.1.7 SISTEMA DE CALEFACCIÓN DE AGUJAS

El tranvía de Vitoria-Gasteiz dispone de un sistema de calefacción de agujas implantado que está integrado con el enclavamiento y la aplicación de telemando de señalización tranviaria.

El sistema de calefacción de agujas podrá funcionar en modo automático, activándose según las condiciones exteriores detectadas, o en modo manual, en el cual se activa el sistema de calefacción de agujas por orden de los operadores del CTC. En modo automático, las condiciones que provocarán su activación son las siguientes:

- Detección de temperatura ambiente baja
- Detección de temperatura de agujas baja
- Detección de nieve o hielo
- Detección de humedad elevada

Este sistema deberá contar con los siguientes elementos:

- Monitorización en la aplicación SIGMA de telemando de señalización tranviaria

- Grupo de mando y potencia compuesto por protección magnetotérmica, protección diferencial y contactor de potencia, incluyendo comprobación del estado de las protecciones.
- Central electrónica para la activación automática del sistema con sensores de temperatura y humedad ambiental, y sensor de temperatura de carril.
- Resistencias de aguja, los cuales se instalan en los espadines y en la caja del accionamiento.

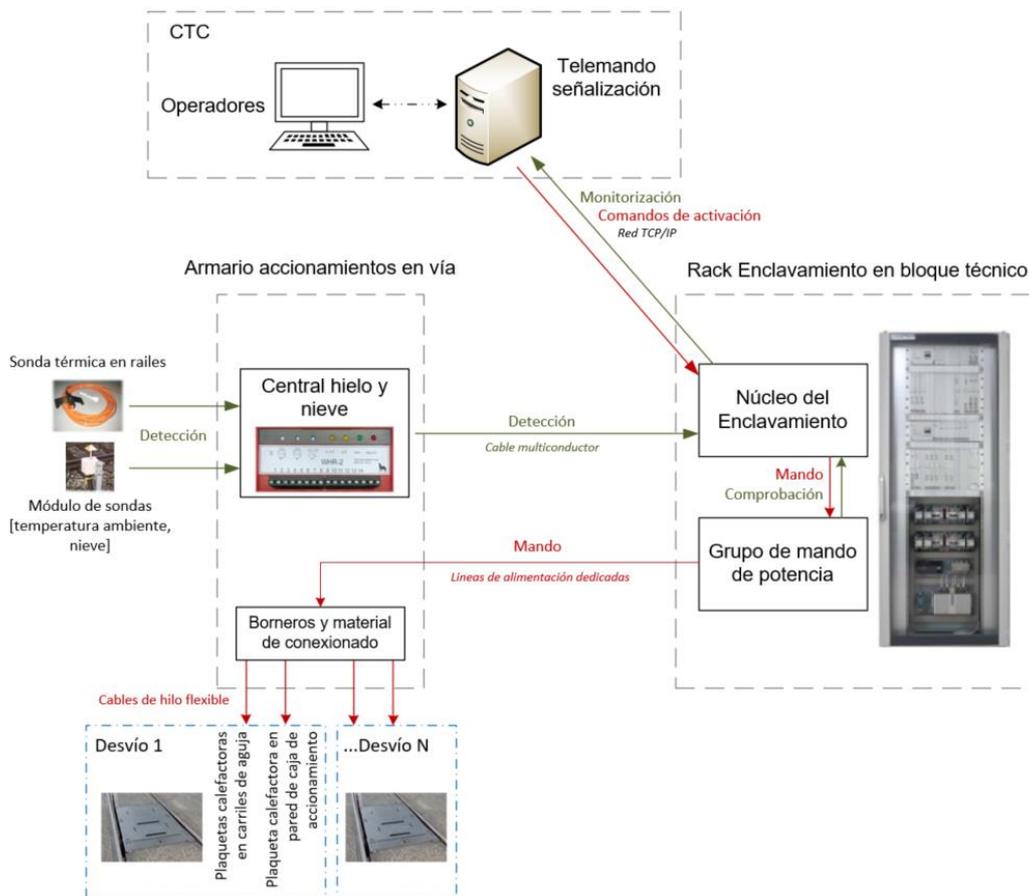


Ilustración 7. Arquitectura subsistema calefacción de agujas

4.1.8 BALIZAS DE REFRESCO

En los finales de servicio, se aprovecha la apertura de puertas para realizar la función de refresco de la ubicación del tranvía para el sistema SGT.

Al paso de los tranvías por las balizas, estas reciben información de la identificación de la unidad móvil y cabina, servicio, etc. y transmiten dicha información al enclavamiento que, a su vez, lo transmite al sistema SGT a través del SIGMA.

4.1.9 PUESTO DE MANDO DEL TRANVÍA

El servidor del Puesto de Mando del Tranvía se conectará con los enclavamientos electrónicos que gobiernan las dos nuevas zonas de maniobra a través de la red IP existente.

La función de este puesto de mando del tranvía es la de gestión y control de la señalización, ya que el mando reside localmente en el enclavamiento de la zona de maniobras.

4.2 OPERACIÓN NOMINAL

La solicitud de los movimientos de maniobra o itinerarios se pueden realizar mediante cuatro comandos diferentes que se describen a continuación:

- **Modo Centralizado Automático**
 - Desde el Sistema de Gestión del Tranvía (SGT) se podrá realizar las peticiones de manera automática según el servicio que corresponda, a medida que el tranvía se acerca a la zona de maniobras.
 - Adicionalmente, la salida desde la parada de final de línea podrá ser indicada por el SGT según el horario establecido o por una determinada frecuencia de explotación.
- **Modo Centralizado Manual**
 - Desde el puesto de mando se podrán realizar manualmente estas peticiones sobre la zona de maniobras a través de la ampliación de la aplicación que está instalada en el puesto de mando y que permite la activación de estas peticiones.
- **Modo Local (Manual desde cabina)**

- Mediante un sistema de detección tranviaria, específicamente adaptado para este uso, consistente en una baliza de petición de itinerario colocada en la vía y un emisor que se dispondrá en el material móvil.
- La petición la realizará el conductor a su paso por encima de la baliza, la cual estará señalizada de algún modo para que sea visible, a través de unos mandos que se encuentran instalados en el panel del material móvil.
- Modo local degradado
 - Manualmente mediante una caja de mando manual, situada a pie de señal, y sólo accesible a través de una llave específica. Esto se realizará en la línea como última opción, ya que requiere que el conductor baje de la unidad.

El enclavamiento recibirá la petición de itinerario mediante cualquiera de los comandos descritos anteriormente y establecerá y ejecutará dicho itinerario, posicionando adecuadamente todos los elementos de campo presentes en dicho itinerario.

Paralelamente verifica que no se hayan producido otras peticiones de itinerario, procedentes de otros puntos de petición que resulten incompatibles con el itinerario establecido.

En el caso de que esto hubiera ocurrido y la petición procediera de una baliza de campo, almacena las mismas en memoria con el propósito de ejecutarlas una vez que el itinerario previamente solicitado se haya disuelto.

Una vez realizadas estas operaciones enviará la orden de apertura de la señal que permita al tranvía el acceso.

Para el control de estos itinerarios y el bloqueo de las agujas, se utilizará la secuencia de ocupación y liberación de los circuitos de vía asociados a cada uno de ellos.

Una vez que el tranvía ocupa y libera secuencialmente los circuitos de vía que intervienen en el itinerario se produce la condición de «tranvía fuera de zona de agujas», lo que produce el desenclavamiento y liberación del itinerario.

A partir de este momento el enclavamiento tiene la posibilidad de ejecutar otro itinerario que tenga en cola de espera o permanecer a la espera de una futura petición.

4.3 OPERACIÓN DEGRADADA

Para la operación en modo degradado, el conductor dispondrá de mandos manuales a pie de las señales de la zona de maniobras a través de los cuales se podrán realizar las peticiones de itinerario.

Solamente se tendrá acceso a estos mandos mediante una llave o código especial.

En caso de avería de los equipos de señalización tranviaria o del motor de la aguja, será posible maniobrarla mediante una marmita, según el procedimiento de manipulación establecido por el fabricante.