

Desarrollo de un sistema de protección independiente en zonas neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)

Consulta Preliminar al Mercado

6 de marzo de 2024

Reto SV-13

Optimizar la circulación de los trenes por zonas neutras de separación de fases eléctricas

Un aspecto de interés se refiere a la optimización del paso de los trenes que circulan en líneas electrificadas con corriente alterna monofásica por zonas neutras eléctricas, esto es, zonas sin tensión que separan en estas líneas cantones de electrificación alimentados por fases eléctricas distintas desde la red de suministro.

En este escenario los trenes se desplazan a deriva de un extremo a otro para no conectar eléctricamente las fases extremas mediante los pantógrafos. Es un proceso que se realiza de manera automática con los sistemas ATP/ATO existentes. En caso de que estos sistemas no sean empleados, el proceso es puramente manual por parte del personal de conducción.

El objeto de este reto es recibir propuestas que permitan optimizar el paso por estas zonas. Un tema de gran interés es desarrollar un sistema de protección de la zona neutra, impidiendo que un tren pueda conectar las fases de ambos lados, ya que actuaría en caso de detectar esa situación (de una manera preventiva, conociendo que el tren que entra en la zona continúa consumiendo energía eléctrica y no ha desconectado su equipo de tracción).



SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

ANTECEDENTES

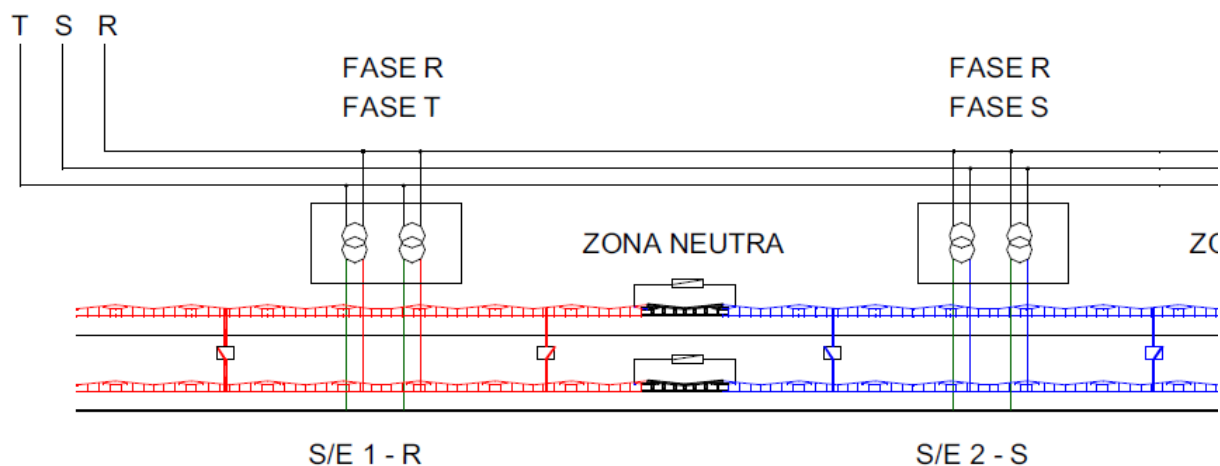
En la electrificación de los ferrocarriles que emplean **corriente alterna monofásica**, la alimentación a las subestaciones eléctricas de tracción se realiza a través de diferentes fases eléctricas de manera que el desequilibrio producido en las líneas trifásicas de transporte sea el menor posible (considerando por tanto la frecuencia de funcionamiento de la red).

Actualmente, estas líneas emplean sistemas de alimentación a catenaria **1 x 25 kV** y **2 x 25 kV**.



ANTECEDENTES

Sistema de alimentación a catenaria 1 x 25 kV



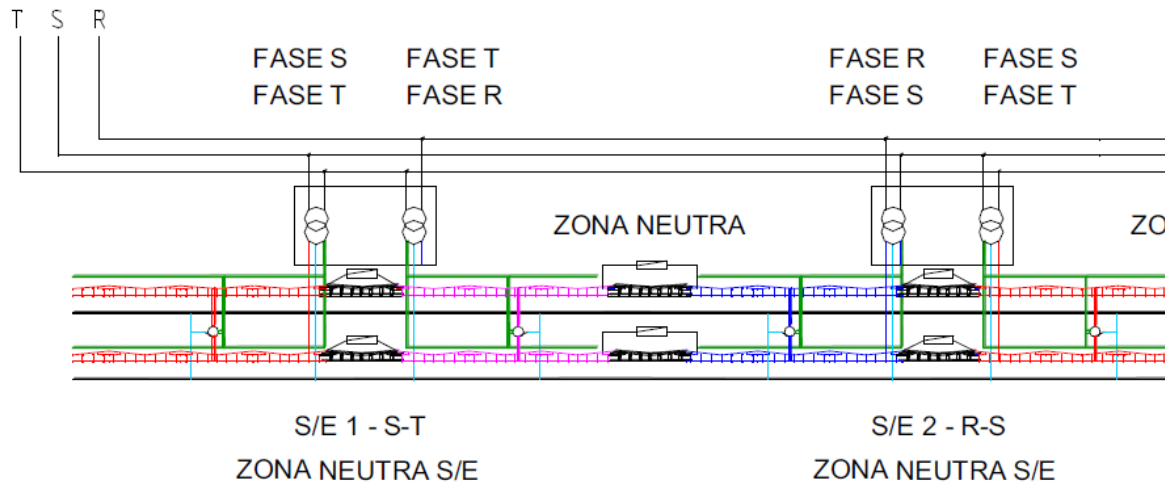
Los dos transformadores, van conectados en paralelo en el lado de alta tensión y entre las mismas fases, por lo que de esta forma todo el tramo que alimenta la subestación se alimenta con la misma fase eléctrica y no es necesario colocar una Zona Neutra de separación de fases frente a la subestación.

En el lado de salida, los transformadores son acoplados a las barras de 25 kV por dispositivos interruptores, que permiten la conexión o desconexión de la salida de 25 kV de cada uno de los transformadores, sin interrupción en el suministro de la corriente de tracción.

SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

ANTECEDENTES

Sistema de alimentación a catenaria 2 x 25 kV



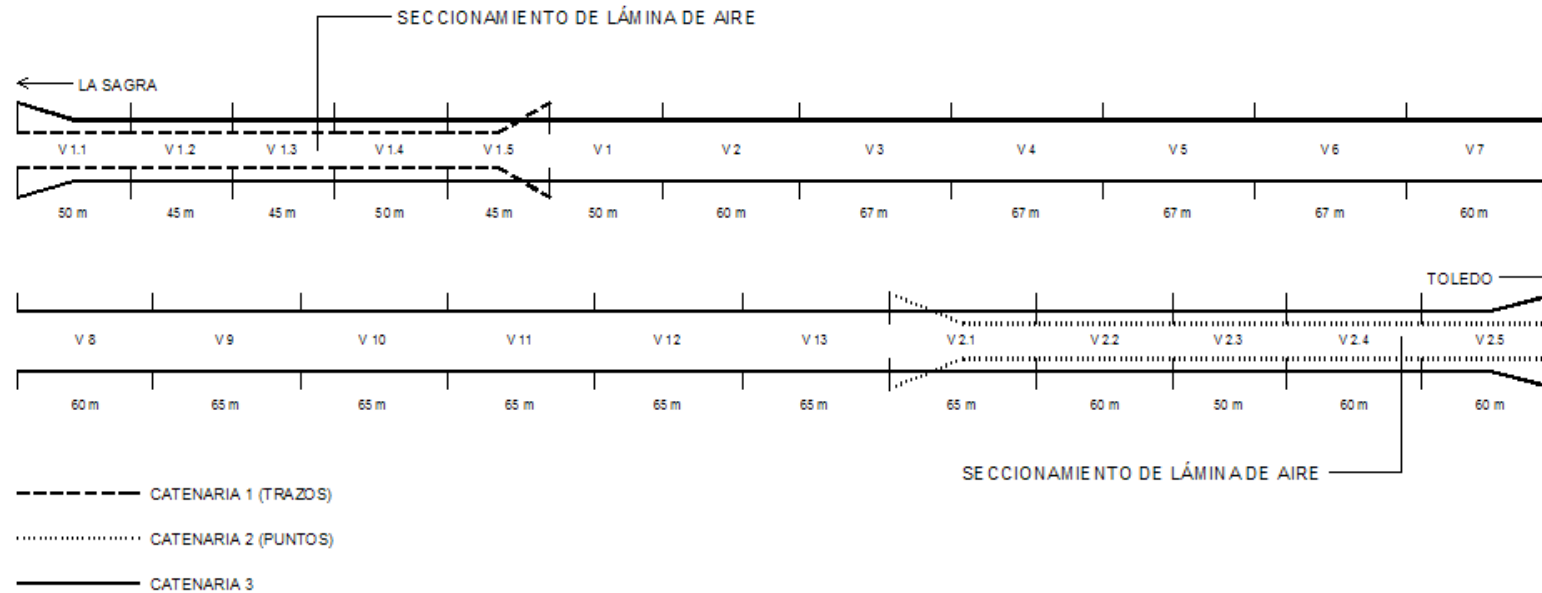
La subestación dispone de dos transformadores con alimentación de entrada en alta tensión monofásica y salida, de 50 kV.

En el lado de salida, los transformadores disponen de una toma central conectada a la vía y por tanto a tierra. Una de las salidas del secundario, con tensión a 25 kV, alimenta a la catenaria. La otra salida, con tensión a -25 kV, está en oposición de fase con la anterior (*feeder* negativo).

Los dos transformadores pueden encontrarse conectados a fases diferentes. En las líneas construidas desde 2015, se emplean sistemas 2 x 25 kV con subestaciones en las que los dos transformadores están conectados a las mismas fases.

ANTECEDENTES

Características de una Zona Neutra

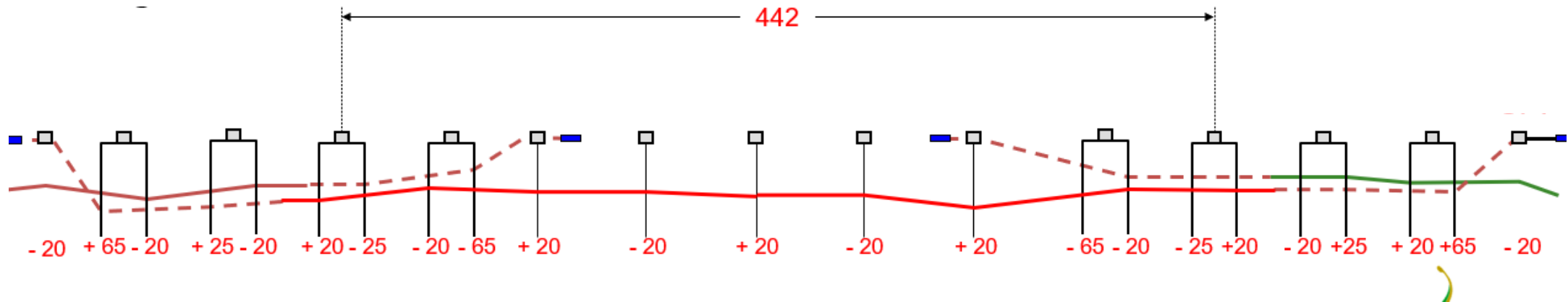


La zona Neutra se constituye de dos seccionamientos de lámina de aire entre los cuales se instala la catenaria sin tensión. De acuerdo con el esquema indicado, la catenaria 1 se alimenta de la fase eléctrica V1 mientras que la catenaria V2 lo hace desde la fase 2. Entre ambas se instala la catenaria sin tensión (catenaria V3).

SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

ANTECEDENTES

Características de una Zona Neutra



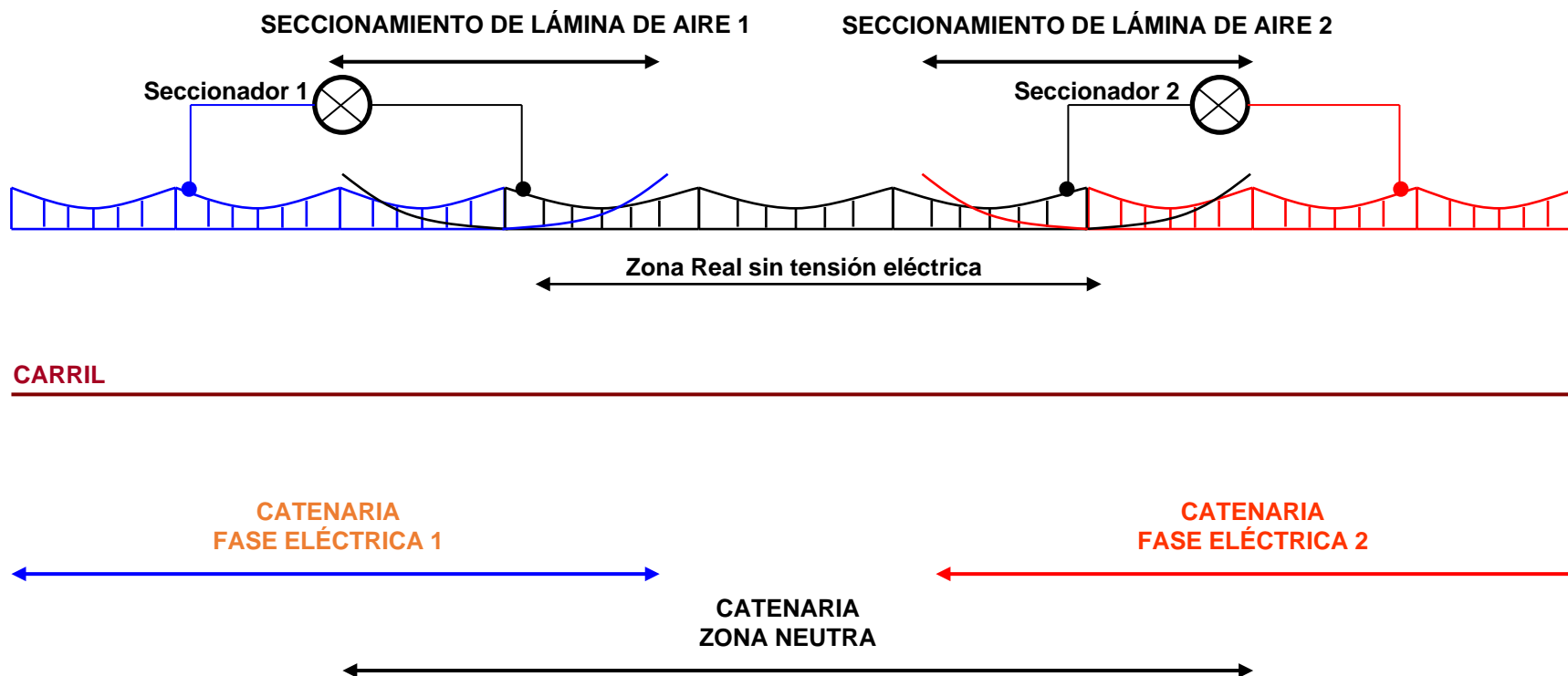
En rojo, la catenaria que contendrá la catenaria de zona neutra. En el diagrama, el tren circula de izquierda a derecha.

SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

ANTECEDENTES

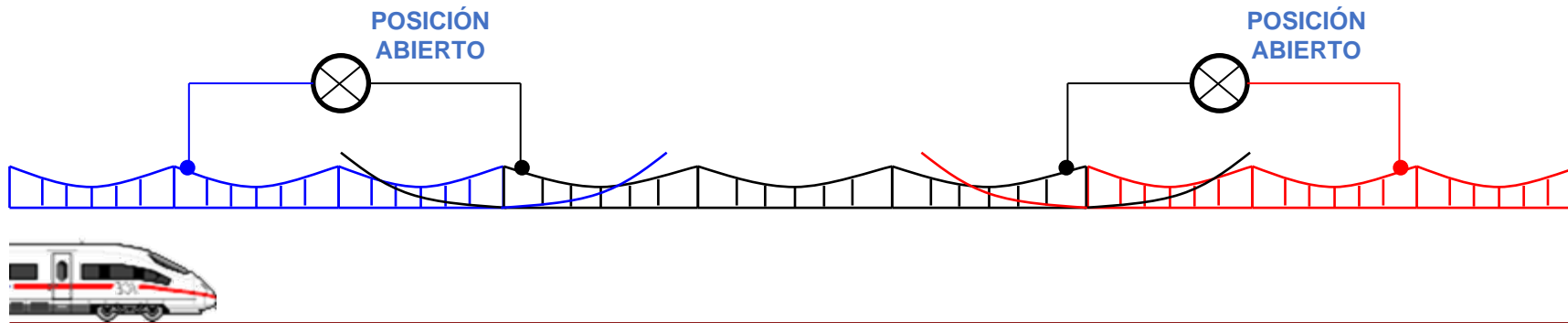
En esta configuración, el tren debe conocer dónde está la ZN para que se abra el interruptor. El conocimiento será del maquinista (conducción manual) o del sistema ATP de abordó (conducción automática)

Operación



ANTECEDENTES

Características de una Zona Neutra

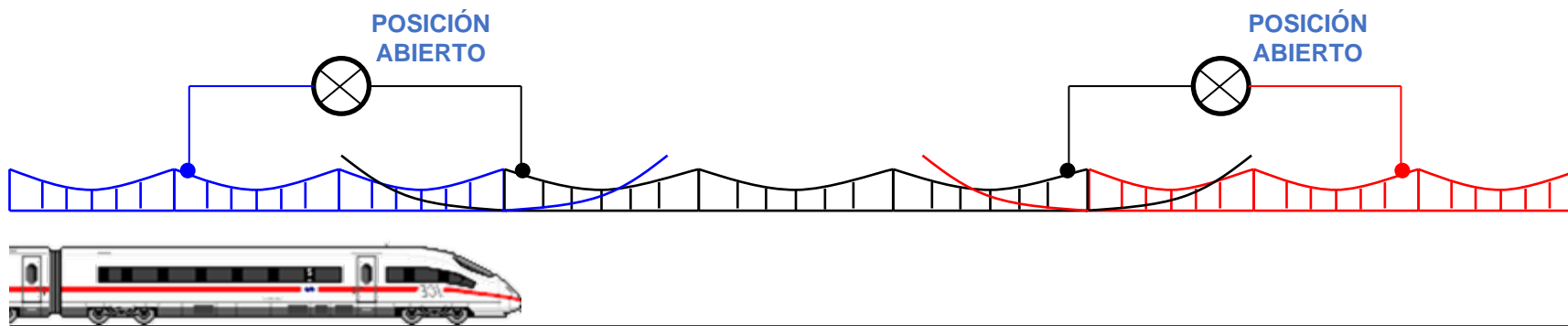


- 1) El tren se acerca hacia la ZN alimentado por la catenaria 1 (azul)
- 2) Debe abrir el disyuntor de tracción para que no exista posible "puenteo" ni arco eléctrico
- 3) Dependiendo de si circula al amparo del sistema de señalización o no, el interruptor se abrirá automáticamente o no

SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

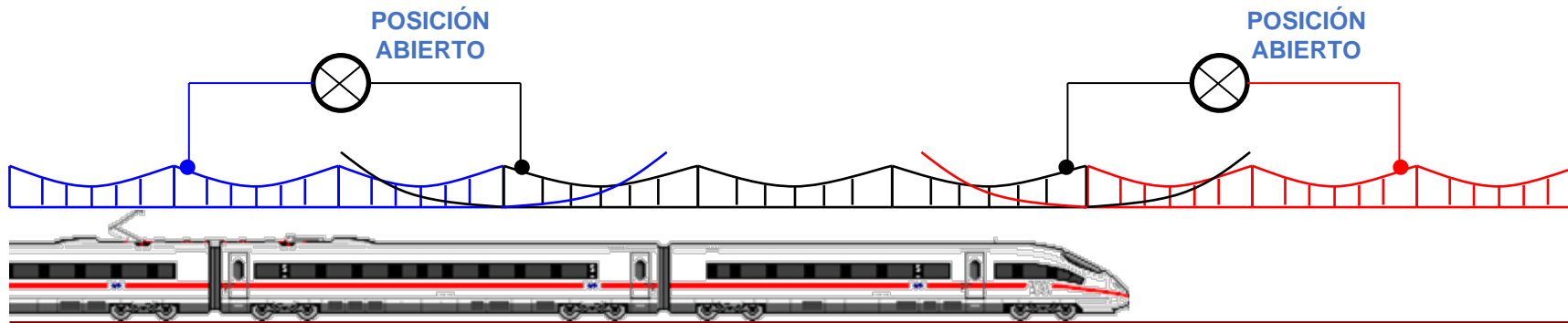
ANTECEDENTES

Características de una Zona Neutra



ANTECEDENTES

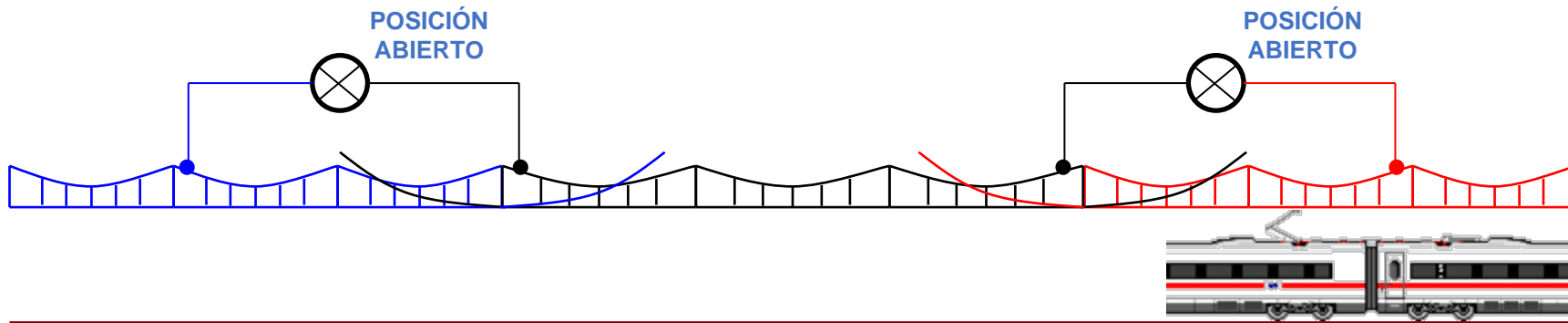
Características de una Zona Neutra



- 1) El interruptor está abierto. El tren no tiene contacto eléctrico con la catenaria, pero sí mecánico
- 2) A través de su inercia, se puede alcanzar sin problema a la catenaria 2 (roja), momento en el cual, y tras haber recorrido una longitud determinada, se volverá a cerrar el disyuntor

ANTECEDENTES

Características de una Zona Neutra



- 1) Cierre de interruptor
- 2) Tracción desde catenaria 2 (roja)

NUEVO SISTEMA

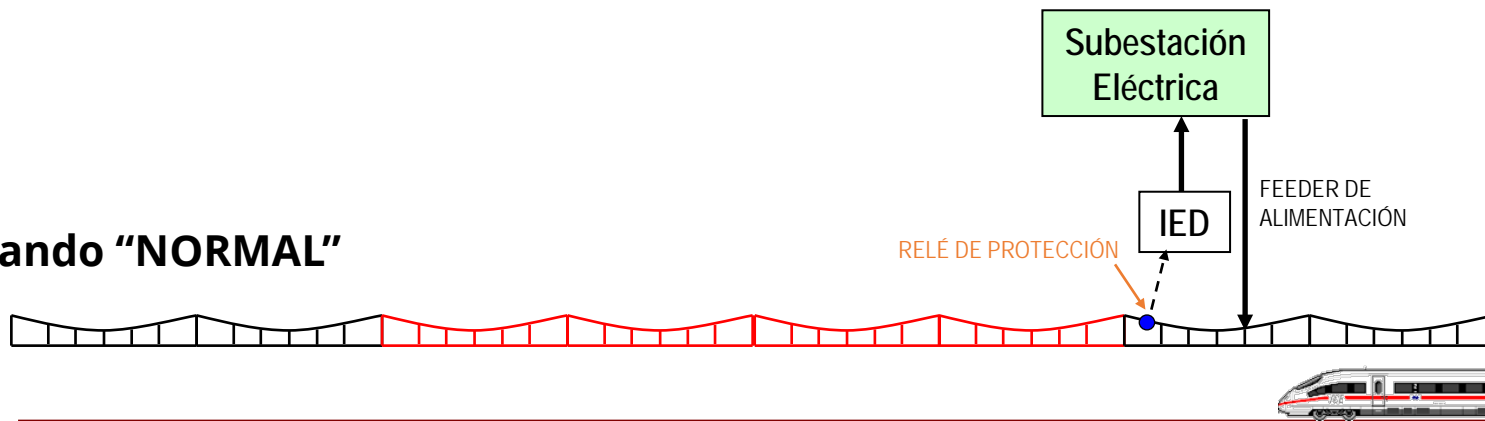
NECESIDAD

Hacer desaparecer/minimizar el riesgo de conectar dos fases por una maniobra incorrecta del tren, en las Zonas Neutras que separan fases eléctricas distintas

SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

NUEVO SISTEMA

Tren entrando "NORMAL"



Tren entrando "CONSUMIENDO"



SPZN - Sistema de Protección Zonas Neutras

NUEVO SISTEMA

Medida (elementos de detección)

Elementos de detección de tren ¿?

Elementos de soporte en catenaria

Comunicaciones entre elementos y sistemas

Alimentación eléctrica

Módulos principales propuestos

NUEVO SISTEMA

Detección y emisión de alarma en tiempo real

Sistema apenas intrusivo en la catenaria

Elementos de medida ligeros (en caso de ir instalados en la catenaria)

Conexión con la subestación para desconexión

Lógica de protección capaz de identificar la causa de disparo

En su caso, orden de reenganche a la subestación

Principales requerimientos

¿QUÉ SE DEBE CONSIDERAR?

- Diseño de la arquitectura general del sistema ⇒ Análisis específico de los elementos de medida (tipo de sensor, etc.), Análisis RAMS, etc.
- Fabricación de un prototipo.
- Instalación y ensayos en entorno real de operación (línea ferroviaria), tanto en sistema 1 x 25 kV como sistema 2 x 25 kV.
- Validación del sistema durante un período de tiempo (min. 12 meses).
- Posible certificación del sistema (TRL 8).



Contenido de la CPM

