

**RESOLUCIÓN DE 15 DE FEBRERO DE 2024 POR LA QUE EL
ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS CONVOCA
UNA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO SOBRE EL DESARROLLO
DE UN “SISTEMA DE PROTECCIÓN INDEPENDIENTE EN ZONAS NEUTRAS
DE SEPARACIÓN DE FASES ELÉCTRICAS EN LÍNEAS FERROVIARIAS
ALIMENTADAS EN CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA (SPZN)”**

Madrid, 15 de febrero de 2024

El Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (Adif) es un organismo público adscrito al Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible y goza de personalidad jurídica propia, así como plena capacidad de obrar para el cumplimiento de sus fines y patrimonio propio, y se rige por lo establecido en la Ley 38/2015, de 29 de septiembre, del Sector Ferroviario, en la Ley 40/2015, del Régimen Jurídico del Sector Público, en su Estatuto y en la legislación presupuestaria y otras normas de aplicación. En el ejercicio de sus funciones, Adif actúa con autonomía de gestión, teniendo en cuenta, en todo caso, la garantía del interés público, la satisfacción de las necesidades sociales con la máxima calidad, la seguridad de los usuarios y la eficacia global del sistema ferroviario.

Su misión y funciones se especifican en el artículo 3 del Real Decreto 2395/2004, de 30 de diciembre, por el que se aprueba el Estatuto de la entidad pública empresarial Administrador de Infraestructuras Ferroviarias, que, de forma amplia, fija como sus fines:

- la administración de infraestructuras ferroviarias (vías, estaciones, terminales de mercancías, etc.),
- la gestión de la circulación ferroviaria,
- la adjudicación de capacidad a los operadores ferroviarios,
- la percepción de cánones por el uso de la infraestructura, estaciones y terminales de mercancías.

Respecto a su actividad de I+D+i, el marco de referencia para su orientación se sustenta en un *Plan de Innovación Estratégica* para el período comprendido entre 2022 y 2025. Esta actividad se desarrolla en torno a siete iniciativas estratégicas de I+D+i consideradas en el *Plan Estratégico 2030* de Adif y Adif AV:

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un “Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)”



- ejecución de proyectos de I+D+i,
- potenciación de la innovación abierta,
- participación en el programa *Europe's Rail* (del cual Adif es miembro fundador),
- desarrollo de la tecnología de ancho variable en vehículos de mercancías,
- adaptación e integración del Hidrógeno en la Red Ferroviaria de interés General (RFIG),
- potenciación del Centro de Tecnologías Ferroviarias,
- desarrollo de la tecnología de un sistema ATP ERTMS/ETCS para líneas no principales.

El *Plan de Innovación Estratégica* interactúa con el resto de los planes contenidos en el *Plan Estratégico 2030*. En este sentido, la actividad de I+D+i es transversal a todos ellos, aportando posibles soluciones innovadoras a las necesidades identificadas. Entre estos planes se encuentran los siguientes:

- Plan de lucha contra el cambio climático,
- Plan de transformación digital de estaciones de viajeros,
- Plan de modernización del mantenimiento,
- Plan de gestión de activos,
- Plan de mercancías 2030.

Además del *Plan Estratégico 2030*, la actividad de I+D+i está alineada con otras iniciativas de innovación tanto nacionales como internacionales, destacando:

- Estrategia de movilidad segura, sostenible y conectada 2030 (Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible),
- Estrategia española de ciencia, tecnología e innovación 2021-2027 (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades),
- Estrategia española de I+D+i en inteligencia artificial (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades),

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un "Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)"



- Prioridades científico-técnicas de la Plataforma Tecnológica Ferroviaria Española (PTFE),
- Horizonte Europa 2021-2027 (Comisión Europea),
- Rail Research and Innovation Agenda (RRIA) (European Rail Research Advisory Council, ERRAC).

Para Adif y Adif AV la innovación, en el entorno competitivo actual, continúa evolucionando de un modelo propietario y participativo a otro basado en fórmulas abiertas que incluyen la implicación de tecnólogos ajenos a la propia organización en la búsqueda, por medio de la I+D+i, de soluciones a las necesidades de I+D+i planteadas por las diferentes áreas de Adif y Adif AV.

Estas necesidades de I+D+i se plantean como *retos de innovación* que debe afrontar Adif y Adif AV en el futuro inmediato. Estos retos son el vínculo con esos tecnólogos externos a los cuales se invita a participar presentando soluciones específicas basadas en sus propias capacidades tecnológicas y de desarrollo, las cuales, una vez validadas, se pueden convertir en proyectos de innovación con Adif.

En 2024, uno de estos retos está relacionado con la optimización de la circulación de los trenes por Zonas Neutras de separación de fases eléctricas (reto de innovación SV-13).

Las Zonas Neutras de separación de fases eléctricas son instalaciones necesarias en las líneas alimentadas con corriente alterna monofásica (en la RFIG española, actualmente, se encuentran mayoritariamente en las líneas de alta velocidad) pues impiden el desequilibrio de fases eléctricas en las redes trifásicas que las alimentan (Figura 1). La existencia de Zonas Neutras puede llevar asociado, puntualmente, algunos problemas operativos por lo que se plantea analizar y mejorar el franqueo de los trenes al paso por ellas, así como mejoras en su diseño.

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 si accede a dicha zona consumiendo energía eléctrica. Este sistema actuaría en caso de detectar esa situación de una manera preventiva, detectando que el tren que va a entrar en la zona está consumiendo energía eléctrica y no ha desconectado su equipo de tracción.

En este sentido, el proyecto de *“Desarrollo y ensayo de un sistema de protección de Zonas Neutras en líneas alimentadas con corriente alterna monofásica”* se plantea como la respuesta a una de las necesidades identificadas por Adif y Adif AV.

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un “Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)”



La Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública establece de manera explícita en su artículo 40 la figura de la *Consulta Preliminar del Mercado*. Traspuesto en el artículo 115 de la LCSP 9/2017 en los mismos términos, éste permite a los poderes adjudicadores la realización de consultas del mercado *“con vistas a preparar la contratación e informar a los operadores económicos acerca de sus planes y sus requisitos de contratación”*.



Figura 1. Zona Neutra de separación de fases eléctricas. (Fuente: Adif).

Con el lanzamiento de esta consulta (y, en su caso, del contrato asociado) se pretende implementar soluciones tecnológicamente innovadoras que requieren del conocimiento previo del espacio de las soluciones factibles. La Directiva 2004/18/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 31 de marzo de 2004, sobre coordinación de los procedimientos de adjudicación de los contratos públicos de obras, de suministro y de servicios, contempla la posibilidad de que, antes del lanzamiento de un procedimiento de adjudicación de un contrato, los poderes adjudicadores puedan solicitar o aceptar el asesoramiento del mercado mediante un proceso de «diálogo técnico». Cabe resaltar que los resultados pueden emplearse para determinar el pliego de prescripciones

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un “Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)”



técnicas del contrato siempre que dicho asesoramiento no tenga como efecto distorsionar la competencia.

Por lo anterior, Adif publica la presente convocatoria de Consulta Preliminar al Mercado para abordar la fase de I+D+i de este proyecto que supone la preparación de un contrato para el desarrollo y ensayo de un sistema de protección de Zonas Neutras en líneas alimentadas con corriente alterna monofásica. El presupuesto estimado son 0,6 M€.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, se resuelve:

1. convocar una Consulta Preliminar al Mercado para preparar la contratación citada, e informar a los operadores económicos sobre las necesidades que han de solucionar,
2. establecer las bases que han de regir la consulta preliminar al mercado y que figuran como Anexo I en esta Resolución,
3. publicar esta Resolución en el perfil del contratante alojado en la Plataforma de Contratación del Sector Público.

Una vez que se ejecute toda esta etapa, si los objetivos de mejora de I+D+i fueran conseguidos, Adif y Adif AV podrán decidir un despliegue de este tipo de sistemas en las Zonas Neutras de las distintas líneas de la RFIG.

RELACIÓN DE CARGOS FIRMANTES		
Propone	Firma: José Conrado Martínez Acevedo	cargo: subdirector de Innovación Estratégica
VºBº	Firma: Luis Fernando López Ruiz	cargo: director de Estrategia Empresarial
Conforme	Firma: Montserrat Rallo Del Olmo	cargo: directora general de Planificación, Estrategia y Proyectos



ANEXO I

BASES DE LA CONVOCATORIA DE UNA CONSULTA PRELIMINAR AL MERCADO

1. Convocatoria

Se convoca una Consulta Preliminar al Mercado en el marco del proyecto: "DESARROLLO Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN DE Zonas Neutras EN LÍNEAS ALIMENTADAS CON CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA".

2. Objeto

El objeto de la presente Consulta Preliminar al Mercado es el de recopilar la información necesaria para preparar la contratación pública del proyecto.

Esta consulta busca promover la participación de personas físicas o jurídicas para la presentación de propuestas innovadoras destinadas a dar respuesta al desarrollo y ensayo de un sistema de protección de Zonas Neutras en líneas alimentadas con corriente alterna monofásica publicado en el Anexo II de la presente resolución (disponible en la Plataforma de Contratación del Sector Público) mediante la utilización de tecnologías que superen las prestaciones de las existentes actualmente en el mercado. Concretamente se pretende que, a partir de los resultados de la Consulta Preliminar del Mercado, Adif pueda contar con el conocimiento suficiente sobre las soluciones más innovadoras existentes en el mercado para el posible lanzamiento de un procedimiento de licitación posterior.

Estas propuestas servirán para evaluar las capacidades del mercado y definir las especificaciones funcionales que impliquen innovación y sean factibles de alcanzarse a través de la contratación pública.

3. Participantes

La convocatoria es abierta y se dirige a personas físicas o jurídicas, públicas o privadas.

Se admitirá la presentación de varias propuestas por una misma persona física o jurídica, ya sea individualmente o de forma conjunta con otras.



4. Presentación de propuestas

Para la presentación de las propuestas, los proponentes se ceñirán a las siguientes reglas:

1. Los participantes deberán formular sus propuestas cumplimentando el formulario que se encuentra en la página web de Adif: [Formulario](#) .
2. Asimismo, son de obligado cumplimiento las Instrucciones Generales de las Consultas Preliminares del Mercado para la solución de Retos de Innovación de Adif y Adif AV: [Instrucciones](#) .
3. Se podrá acompañar el formulario con la documentación complementaria que se estime oportuna, donde se podrá desarrollar la propuesta con mayor detalle, si bien se ruega atenerse al formulario para facilitar su análisis.
4. Las propuestas se enviarán a la siguiente dirección de correo electrónico: innovacion@adif.es .
5. Las propuestas se identificarán con el acrónimo que quedará claramente expuesto en el asunto del correo electrónico.
6. Se podrán enviar sucesivas versiones de una propuesta, con el mismo acrónimo, pero cada propuesta enviada sustituirá completamente a la anterior. Por ello, la nueva propuesta deberá incluir todo lo que se considere que sigue siendo válido de las anteriores.
7. En caso de que una propuesta se presente de forma conjunta por un grupo de personas o entidades, deberá emplearse una única dirección de correo electrónico a los efectos de identificación de la propuesta e interlocución con los proponentes.
8. Adif no se obliga a financiar ni a aceptar las propuestas presentadas en esta convocatoria.
9. Los costes derivados de la participación en la convocatoria correrán a cargo de los participantes.
10. Las propuestas se podrán presentar en cualquier momento a partir de la fecha de inicio indicada en la presente convocatoria, y siempre que ésta permanezca abierta.

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un “Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)”



5. Aplicación de los principios de transparencia, igualdad de trato y no discriminación ni falseamiento de la competencia

Durante la participación en la Consulta Preliminar al Mercado, los contactos mantenidos con los participantes o los intercambios de información se regirán bajo los principios comunitarios de transparencia, igualdad de trato y no discriminación, sin que puedan tener como efecto restringir o limitar la competencia, ni otorgar ventajas o derechos exclusivos en una eventual licitación posterior. Su inobservancia podrá ser considerada como infracción. A tal efecto, Adif tomará las medidas apropiadas para garantizar el mantenimiento de los citados principios, tanto en el desarrollo de esta convocatoria como en cualquier procedimiento de contratación posterior.

La participación en la Consulta Preliminar al Mercado no otorgará derecho ni preferencia alguna respecto de la adjudicación del contrato que pueda celebrarse con posterioridad en el ámbito del objeto de esta Resolución y, como consecuencia de ello, no conlleva ninguna obligación de financiación o aceptación de las propuestas presentadas.

Durante el desarrollo de la consulta se podrá publicar información relativa a los avances de la consulta (Fichas de avance de proyectos).

Si se considerara necesario durante la consulta, Adif podrá contactar con participantes concretos para recabar más información sobre su propuesta, aclarar dudas o solicitar demostraciones.

Asimismo, se podrán realizar jornadas informativas, reuniones con los participantes, y cualesquiera otras actuaciones de comunicación y difusión que se estimen oportunas.

Sin perjuicio del empleo de otros canales, toda la información actualizada sobre la consulta estará disponible en el sitio web www.adif.es.

Se hará pública aquella información intercambiada con los participantes en el marco de esta convocatoria que garantice el cumplimiento de los principios de transparencia, igualdad de trato y no discriminación. Esta información se publicará mediante fichas de avance, jornadas públicas, documentos de información, mapas de demanda temprana u otros medios destinados a tal efecto por Adif. Dicha información se hará pública, al menos, a través del sitio web www.adif.es.



6. Plazo y actualizaciones de la Consulta Preliminar al Mercado

El plazo para la presentación de propuestas comenzará el día siguiente al de publicación de esta Resolución en el Perfil del Contratante de la Plataforma de Contratación del Sector Público, y se prolongará durante un plazo de un mes. Este plazo podrá ser prolongado por el órgano convocante si así se considera oportuno en atención al desarrollo de la consulta.

Adif podrá publicar actualizaciones de las contrataciones de la presente Resolución mediante la publicación de una modificación.

Podrá por tanto añadir nuevas contrataciones, o reformular éstas fruto de la evolución del propio proceso de consulta al mercado.

Se avisará de estas actualizaciones a todos los operadores económicos que hayan participado hasta ese momento en la consulta a través de la dirección de correo electrónico desde la que se envió la propuesta. Además, se publicarán, al menos, en el sitio web www.adif.es. El cierre de la consulta se determinará cuando Adif estime que:

- dispone de información suficiente sobre propuestas innovadoras para esta contratación como para iniciar un eventual proceso de contratación pública de innovación o,
- considere que no se ha generado suficiente interés en el mercado como para mantener la consulta o,
- considere que la oportunidad de plantear esta contratación ha pasado.

El cierre de la consulta se anunciará con, al menos, dos semanas de antelación, publicándolo en sitio web www.adif.es. Se avisará del cierre a todos los operadores económicos que hayan participado hasta ese momento en la consulta a través de la dirección de correo electrónico desde la que se envió la propuesta. Se podrá revocar el aviso de cierre en cualquier momento informando de ello por los mismos medios.

7. Resultado de la Consulta Preliminar al Mercado

Adif estudiará las propuestas que se presenten y podrá utilizarlas, conforme a lo establecido en el artículo 115 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014; y en la Cláusula 42 de la Directiva 2014/24/UE del Parlamento Europeo y del

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un "Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)"



Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre contratación pública, para definir las especificaciones funcionales o técnicas detalladas que se puedan emplear en los procedimientos de contratación de bienes o servicios que con posterioridad se puedan convocar.

8. Protección de datos personales y confidencialidad

Adif almacenará los datos de contacto de los participantes en el procedimiento a los meros efectos de establecer un canal de comunicación con los proponentes durante el proceso de Consulta Preliminar al Mercado.

Para asegurar la transparencia del proceso, la disponibilidad de la mayor información posible y el intercambio eficaz de experiencias y opiniones, los participantes harán constar expresamente su conformidad para que Adif mantenga accesible y actualizada la información necesaria, total o parcial, sobre sus propuestas, sin perjuicio de aquella que haya sido marcada como confidencial.

Para ello, los participantes indicarán la documentación o la información técnica o comercial de su propuesta que tiene carácter confidencial, no siendo admisible que efectúen una declaración genérica o declaren que toda la información tiene carácter confidencial. Este carácter confidencial protege, en particular, a los secretos técnicos o comerciales y a los aspectos confidenciales de las soluciones. En este sentido, el contenido de la información incluida en el formulario en ningún caso podrá ser calificado como confidencial y únicamente los adjuntos a ese formulario podrán designarse como tales.

9. Derechos de Explotación de la Propiedad Intelectual e Industrial

Las posibles ideas de soluciones que se presenten en el marco de la Consulta Preliminar al Mercado no podrán mencionar una fabricación o una procedencia determinada o un procedimiento concreto, ni hacer referencia a una marca, a una patente o a un tipo, a un origen o a una producción determinados.

El uso del contenido de las propuestas se limita exclusivamente a su posible inclusión en las especificaciones funcionales o técnicas de un eventual procedimiento de contratación posterior.



10. De la jurisdicción

Contra esta Resolución podrá interponerse, conforme a lo dispuesto en los artículos 123 y 124 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, recurso de reposición ante el órgano que efectúa la presente convocatoria, en el plazo de un mes, o bien, directamente, recurso contencioso administrativo, en virtud de lo dispuesto en los artículos 8.3, 14.1 y 46 de la Ley 29/1998, de 13 de julio, Reguladora de la Jurisdicción Contencioso Administrativa, en el plazo de dos meses, en ambos casos contados desde el día siguiente al de su publicación en el perfil del contratante alojado en la Plataforma de Contratación del Sector Público.

11. Contratación pública

A partir de las ideas de soluciones innovadoras recogidas como resultado de esta convocatoria, Adif podrá definir las especificaciones técnicas y/o funcionales, que servirán de base para la definición, con el grado de concreción necesario, del objeto de contratación del correspondiente procedimiento de contratación pública ulterior.

Este eventual procedimiento de compra pública posterior estará abierto a todas las ofertas que cumplan, en su caso, las condiciones de tal procedimiento hayan participado o no en esta Consulta Preliminar al Mercado.



ANEXO II

DESARROLLO Y ENSAYO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN DE ZONAS NEUTRAS EN LÍNEAS ALIMENTADAS CON CORRIENTE ALTERNA MONOFÁSICA

1. 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, esto es, la frecuencia industrial).

Actualmente, estas líneas emplean sistemas de alimentación a la línea aérea de contacto (en adelante, *catenaria*) 1 x 25 kV y 2 x 25 kV.

a) Sistema de alimentación a catenaria 1 x 25 kV.

El sistema de alimentación monofásica en corriente alterna 1 x 25 kV, es la solución adoptada cuando se dispone de una línea independiente de transporte de energía eléctrica en alta tensión, suficientemente cercana a la línea ferroviaria, y con potencias de cortocircuito elevadas que consigan limitar los desequilibrios sobre la red pública de alimentación. En la RFIG, el sistema de electrificación 1 x 25 kV es el sistema instalado en las líneas de alta velocidad Madrid-Sevilla y La Sagra-Toledo.

El esquema de funcionamiento de este sistema está representado en la Figura AN-II-1.

Cada subestación dispone de dos transformadores conectados en paralelo a las mismas fases de la red pública trifásica. Entre subestaciones sucesivas se establece una rotación cíclica en la conexión de los transformadores a la red de orden 6, para disminuir el desequilibrio de tensiones. La distancia entre subestaciones colaterales es de aproximadamente 40 kilómetros.

En las subestaciones eléctricas de este sistema, 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 —lado derecho e izquierdo— se alimenta con la misma fase eléctrica y no es necesario colocar una Zona Neutra de separación de fases frente a la subestación (todo el sector es alimentado por la misma fase).

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un “Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)”



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.

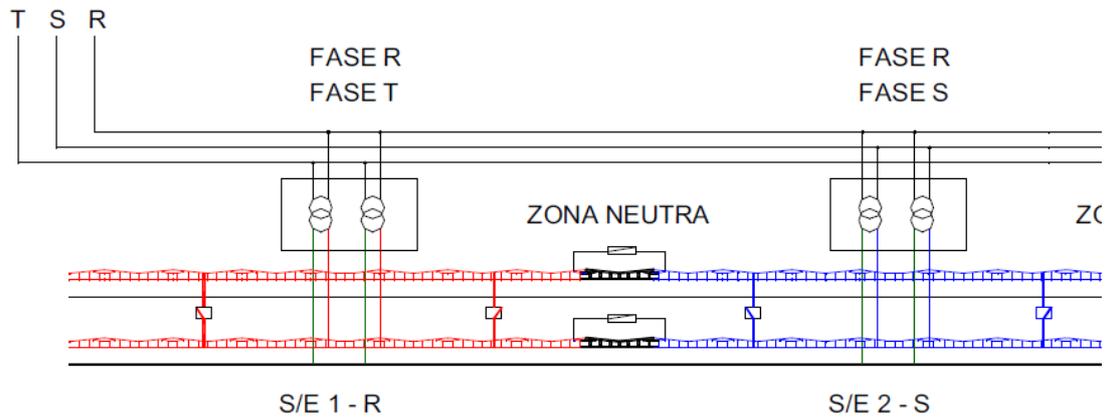


Figura AN-II-1. Configuración de Zonas Neutras en sistemas 1 x 25 kV. (Fuente: Adif).

b) Sistema de alimentación a catenaria 2 x 25 kV.

En la RFIG, es el sistema de alimentación a catenaria empleado en la mayoría de las líneas alimentadas con corriente alterna monofásica. Este sistema se desarrolla cuando la conexión a la red pública de muy alta tensión está relativamente alejada de las líneas ferroviarias, o tiene pocos puntos de conexión con ellas. La distancia entre subestaciones colaterales es de aproximadamente 80 kilómetros.

Su principio de funcionamiento se representa en la Figura AN-II-2.

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

En el lado de salida, los transformadores de potencia 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 y en oposición de fase con la anterior (-25 kV), alimenta a un cable de alimentación o feeder que discurre a lo largo de la línea ferroviaria (en adelante, *feeder negativo*).



A intervalos regulares (entre 10 y 15 kilómetros), se colocan, entre el transformador y la Zona Neutra de separación de fases existente entre dos subestaciones colaterales, autotransformadores que se conectan entre la catenaria y el feeder negativo con su punto medio conectado al carril.

A diferencia de lo que ocurre con el sistema 1 x 25 kV, en el sistema 2 x 25 kV, los dos transformadores pueden encontrarse conectados a fases diferentes, siendo su potencia de diseño superior (60 MVA de potencia unitaria frente a los 20 MVA del otro sistema). Cabe destacar que las nuevas líneas construidas desde 2015, aproximadamente, emplean sistema 2 x 25 kV con subestaciones que disponen de dos transformadores de 30 MVA (o 60 MVA) que también están conectados a las mismas fases, por lo que no se produciría la incidencia aquí referida (en todo caso, sí existen Zona Neutra delante de la subestación, pero ambos lados están alimentados a la misma fase según se puede deducir). La incidencia de entrada sí puede producirse en las Zonas Neutras extremas de cada subestación (en las que siempre coincide un autotransformador doble).

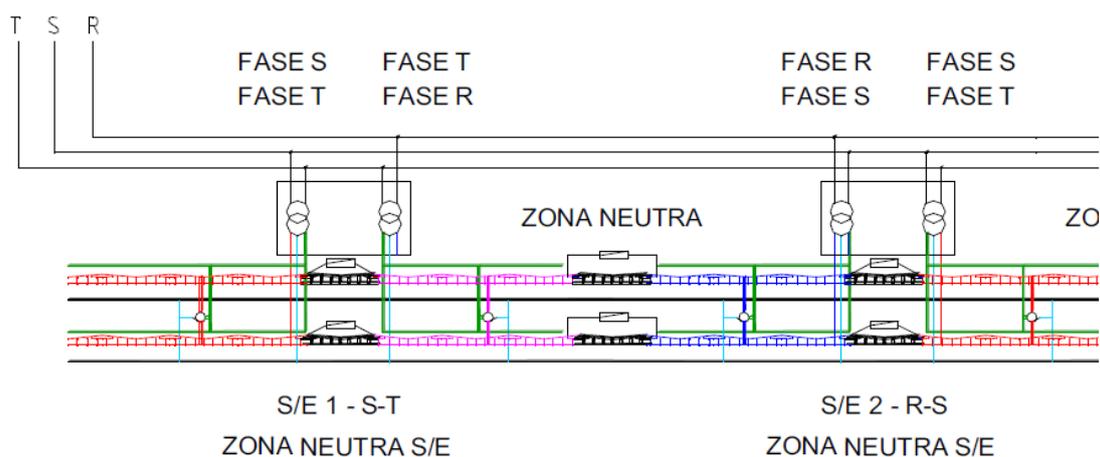


Figura AN-II-2. Configuración de Zonas Neutras en sistemas 2 x 25 kV. (Fuente: Adif).

2. Características técnicas de las Zonas Neutras

Considerando el caso de la red de alta velocidad española, una Zona Neutra se construye con dos seccionamientos de lámina de aire entre los cuales se instala la catenaria sin tensión (Figura AN-II-3). De acuerdo con el esquema indicado, la catenaria 1 se alimenta de la fase eléctrica 1 (tensión V1) mientras que la catenaria 2 lo hace desde la fase 2 (tensión V2). Entre ambas se instala la catenaria sin tensión (catenaria V3).

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un "Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)"



El tren que viene circulando por la catenaria 1 entra en contacto con la catenaria 3 a través del primer seccionamiento. Por tanto, cuando el pantógrafo ha perdido el contacto con la catenaria 1, únicamente frota a la catenaria 3 hasta llegar al segundo seccionamiento, momento en el que comienza a tomar contacto con la catenaria 2. Cabe destacar que el tren entra a la Zona Neutra moviéndose por inercia mecánica al haber desconectado su interruptor de tracción. A la salida lo conectará de nuevo para poder alimentarse desde el nuevo tramo.

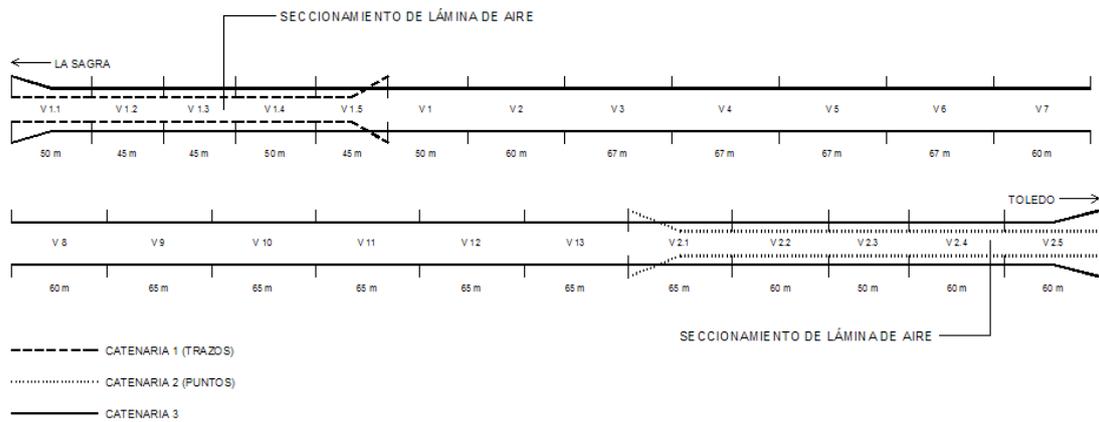


Figura AN-II-3. Disposición de una Zona Neutra de catenaria. (Fuente: Adif).

Como es de esperar, el pantógrafo, al pasar de la catenaria 1 a la catenaria 3, conectará ésta a la tensión V1. Lo mismo ocurrirá con la tensión V2 al paso por el seccionamiento de la catenaria 2. El resto del tiempo la tensión de la catenaria 3 variará de acuerdo con la diferencia de fases eléctricas de las tensiones de los extremos y a la impedancia de la zona sin tensión.

Puede comprobarse que si los índices horarios de las tensiones de los transformadores de potencia colaterales son consecutivos (desfase de 60°), la tensión eléctrica entre los extremos de la Zona Neutra es del orden de la tensión nominal del secundario de los transformadores. Si los índices no son consecutivos (desfase de 120°), la tensión entre extremos será del orden de $\sqrt{3}$ veces la tensión nominal del secundario.

Aspectos operativos

Una Zona Neutra debe ser anunciada con tiempo suficiente para que el tren pueda realizar la operación de apertura del interruptor de tracción. Este anuncio de apertura debe conllevar la apertura del disyuntor del tren (de modo automático o manual).

Consulta Preliminar al Mercado sobre el desarrollo de un "Sistema de Protección independiente en Zonas Neutras de separación de fases eléctricas en líneas ferroviarias alimentadas en corriente alterna monofásica (SPZN)"



Según se ha visto, el requisito de apertura del disyuntor del tren se debe a que, de permanecer cerrado, el pantógrafo energiza durante unos instantes la catenaria sin tensión a través de los seccionamientos extremos, acción que podría implicar el puenteo eléctrico de ambos trayectos, en caso de que el arco voltaico, con cualquiera de los pantógrafos (por ejemplo, trenes en doble composición) alcance el final de la Zona Neutra.

En el caso de que el tren entre en la Zona Neutra con el disyuntor de tracción cerrado y por tanto traccionando, el paso del pantógrafo por el *eje del seccionamiento de entrada de la Zona Neutra* (en esa zona los hilos de contacto de la catenaria con tensión y la catenaria de la Zona Neutra se encuentran a la misma altura), cortocircuitará ambas catenarias estableciendo un arco eléctrico que producirá perleo en el hilo de contacto (entre otros daños en el conjunto de la catenaria).

Además, en Zonas Neutras cortas se ha podido comprobar que a muy alta velocidad la extinción del arco puede no haberse producido cuando el pantógrafo ya se encuentra en el segundo seccionamiento. En todo caso cuanto mayor sea la longitud de zona sin tensión, menos problemas se producirán si bien la pérdida de velocidad que experimente el tren será por lo general mayor.

La necesidad de instalar Zonas Neutras en las líneas de alta velocidad puede llevar asociado la existencia de las siguientes afecciones operativas:

- trenes que quedan detenidos en la zona sin tensión (por diferentes causas) y que por sí solos no pueden reanudar su marcha. Normalmente la detención de un tren suele afectar a la regularidad del resto de trenes que circulen tras él pues se requiere unos minutos para energizar la zona sin tensión y así poder reanudar su marcha,
- generación de fatiga en los equipos de tracción del tren por las continuas aperturas y cierres del circuito,
- averías en la catenaria si un tren entra con el interruptor de tracción cerrado. En caso de circular al amparo del ATP este tipo de incidencias no suelen producirse.

Esta última afección será la que solucione el sistema de protección de Zona Neutra propuesto.



Sistema de Protección de Zona Neutra (SPZN)

En condiciones de circulación con los sistemas ERTMS y LZB, la apertura del disyuntor de tracción al paso por la Zona Neutra se hace de forma automática. Sin embargo, si el tren circula sin este tipo de sistemas, la apertura del disyuntor de tracción debe hacerse de forma manual, lo que puede provocar que en determinadas ocasiones no se realice correctamente esta actuación. Si finalmente, por cualquier motivo, el disyuntor del tren no abre a su señal, el pantógrafo energiza durante unos instantes la catenaria sin tensión (catenaria 2) con la tensión de catenaria 1 a través de los seccionamientos extremos.

En el caso de que el tren entre en la Zona Neutra con el disyuntor de tracción cerrado y por tanto traccionando, el paso del pantógrafo por el *eje del seccionamiento de entrada de la Zona Neutra* (en esa zona los hilos de contacto de la catenaria con tensión y la catenaria de la Zona Neutra se encuentran a la misma altura), cortocircuitará ambas catenarias estableciendo un arco eléctrico que producirá perleo en los hilos de contacto.

En esta situación, la catenaria de la Zona Neutra se habrá energizado con tensión a la fase de entrada del tren y éste seguirá siendo alimentando desde la catenaria de la Zona Neutra, a través del arco establecido a la entrada de dicha zona. Si el tren sigue traccionando a la salida de la Zona Neutra, concretamente en la *zona del eje del seccionamiento de salida de la Zona Neutra* donde estarán a la misma altura la catenaria sin tensión de la Zona Neutra (pero energizada con la fase de entrada) y la catenaria con tensión a otra fase, se producirá un cortocircuito entre ambas fases que puede provocar la ruptura o fusión de alguno de los conductores de la catenaria, provocando una avería en la catenaria.

El objetivo de Adif es por tanto es implementar un Sistema de Protección de Zona Neutra (SPZN), que permita desaparecer el riesgo de conectar dos fases por una maniobra incorrecta del tren, en las Zonas Neutras que separan fases eléctricas distintas.

El SPZN, a nivel funcional, será un dispositivo de detección y protección, no invasivo, ligero, y fiable, que se basará en la detección de una intensidad en uno de los conductores de la catenaria, que permita conocer que el tren está traccionando y por lo tanto consumiendo energía eléctrica en el punto de instalación de este.

Si la intensidad detectada es superior a un umbral de intensidad establecido, el SPZN enviará una señal digital fiable a la subestación para que, una vez analizada junto con las señales de estado de otros elementos de la subestación, permita generar una señal de disparo hacia la cabina del interruptor de corte de tensión correspondiente.



El tiempo transcurrido desde la detección de intensidad superior al umbral establecido en uno de los conductores de la catenaria, el análisis posterior en la subestación y la generación de la señal de disparo a la celda de corte de tensión, será de una magnitud que permita una actuación inmediata, fiable y correcta del SPZN para evitar tanto la formación o extinción inmediata de un arco eléctrico en el seccionamiento de entrada de la Zona Neutra, como el cortocircuito de las fases en el seccionamiento de salida de la Zona Neutra.

3. Descripción de la CPM

El objetivo de la consulta es obtener información sobre las diferentes características técnicas que debe reunir el SPZN en su fase de diseño y ensayo posterior. Se deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:

- arquitectura general del sistema y número de elementos constituyentes (existe la posibilidad de emplear armarios de ubicación de equipos en la zona anexa a la vía), tanto en un sistema de alimentación 1 x 25 kV como en un sistema 2 x 25 kV,
- tipologías de sensores a emplear (de corriente, etc.), priorizando aquellos que sean lo menos intrusivos en la línea aérea de contacto y que ya se encuentren desarrollados,
- cualquier otro elemento que pueda ser también considerado para la función descrita de detección de entrada del tren a la Zona Neutra traccionando,
- comunicación de las señales necesarias entre los elementos instalados en la línea aérea de contacto y los elementos instalados fuera de ella (p. ej., elementos situados en armarios de vía),
- comunicaciones con la subestación eléctrica de tracción,
- análisis general del mantenimiento del sistema,
- análisis general de la fiabilidad,
- análisis general de la disponibilidad,
- propuesta de desarrollo y de ensayos en entorno real de operación (TRL 7).



4. Conclusión de la CPM

Disponer de un sistema de protección de Zona Neutra para evitar daños en la catenaria de la Zona Neutra y prevenir la posibilidad de conexión entre las dos fases eléctricas extremas de la Zona Neutra al paso de un tren con el disyuntor cerrado.

Por tanto, se pretende detectar aquellas ideas, tecnologías o funcionalidades a incorporar a un futuro producto en fase de desarrollo previo a su versión comercial y operativa.

