

Instrucción

Requisitos Técnicos para Conexión de Instalaciones en Alta Tensión de Un > 36 kV

Código: **IT.07971**

Edición: **2**

Los datos relativos a la aprobación de este documento se encuentran disponibles en el Gestor Documental de Normativa



Índice

	Página
1. Introducción	3
2. Objeto	4
3. Alcance	4
4. Documentos de referencia	5
4.1. Legislación y Normativa aplicables	5
4.2. Normas de obligado cumplimiento y de referencia	7
5. Definiciones	8
6. Desarrollo	9
6.1. Características de la red de distribución de UFD	9
6.2. Instalaciones de conexión	11
6.3. Determinación de necesidad de instalaciones de refuerzo	14
6.4. Protección y medida	14
6.5. Calidad de Onda	30
7. Relación de Anexos	32
Anexo 00: Histórico de revisiones	33



1. Introducción

La Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico en su artículo 53 “Autorización de instalaciones de transporte, distribución, producción y líneas directas”, recoge, entre otras, la obligación de que las instalaciones de producción, transporte, distribución de energía eléctrica y líneas directas, las destinadas a su recepción por los usuarios, los equipos de consumo, así como los elementos técnicos y materiales para las instalaciones eléctricas, se ajusten a las correspondientes normas técnicas de seguridad y calidad industriales, de conformidad a lo previsto en la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, y demás normativa que resulte de aplicación.

El Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, aprobó el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT-01 a 23. En este reglamento se definen, regulan y describen los elementos de las redes de distribución y de las instalaciones de enlace, así como las obligaciones de las empresas eléctricas, los solicitantes y los clientes en cuanto lo que a estas instalaciones se refiere.

En el artículo 14 del citado reglamento se indica que: *"Las entidades de transporte y distribución de energía eléctrica podrán establecer especificaciones particulares para sus instalaciones o para aquellas de los clientes que les vayan a ser cedidas. Estas especificaciones podrán definir aspectos de diseño, materiales, construcción, montaje y puesta en servicio de instalaciones eléctricas de alta tensión, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en la seguridad y el funcionamiento de las redes de alta tensión. En ningún caso estas especificaciones incluirán marcas o modelos de equipos o materiales concretos, que aboquen al consumidor a un único proveedor, ni prescripciones de tipo administrativo o económico que supongan para el titular de la instalación privada cargas adicionales a las previstas en este reglamento o en otra normativa que pueda ser de aplicación"*.

Tal como indica también la ITC-RAT 19 del citado reglamento, las especificaciones particulares también tendrán como objetivo *"asegurar que se produce una normalización suficiente que permita evitar los mayores costes de mantenimiento que se producen cuando existe una excesiva variedad de repuestos, evitar o disminuir las interrupciones derivadas de una mayor dificultad en la coordinación de protecciones y disminuir los tiempos de reparación de averías al disminuir la tipología y variedad de aparamenta"*.

En virtud de lo establecido en el artículo 14 y la ITC-RAT-19 del citado reglamento, UFD Distribución de Electricidad, S.A (en adelante UFD), redacta la presente **Especificación Particularde Requisitos Técnicos para la Conexión de Instalaciones de Alta Tensión de Un > 36 kV**, ajustándose a los preceptos establecidos en dicho reglamento y señalando las condiciones técnicas de carácter concreto que se han estimado oportunas de las correspondientes Instrucciones Técnicas Complementarias.

Esta norma será de obligado cumplimiento en el ámbito de actuación de UFD, tanto para las instalaciones de alta tensión propias de la red de distribución de UFD, como para las instalaciones de terceros que en aplicación de la reglamentación del sector eléctrico tengan que ser cedidas a UFD por pasar a forma parte de la red de distribución de UFD.



Cuando la experiencia adquirida en su aplicación o el desarrollo e innovación tecnológica así lo aconsejen, la presente norma deberá ser revisada o ampliada, previa aprobación por el centro directivo competente en materia de seguridad industrial del Ministerio con competencias en Industria o en su caso, por el organismo competente de la correspondiente Comunidad Autónoma.

2. Objeto

El objeto de esta especificación particular es definir y regular las características técnicas a las que deben ajustarse las nuevas instalaciones necesarias para la conexión a la red de distribución de UFD en alta tensión de Un > 36 kV, en adelante **red de AT**, en las condiciones adecuadas de seguridad, fiabilidad y calidad de servicio.

3. Alcance

La presente especificación particular aplicará dentro del ámbito territorial de UFD, a las instalaciones necesarias para la conexión de nuevas instalaciones o ampliación de las existentes, tanto de usuario final como de otra distribuidora, a la red de distribución de UFD, en condiciones reglamentarias de seguridad, fiabilidad y calidad de servicio.

Específicamente aplicará a:

- Nuevas extensiones de Red:
 - Instalaciones de conexión con la **red de AT** de UFD. Son las instalaciones o infraestructuras comprendidas entre la red de distribución existente, incluyendo el elemento de conexión con la red de distribución, y el primer elemento propiedad del solicitante. Los criterios establecidos en la presente especificación particular serán únicamente de aplicación a las instalaciones que vayan a ser cedidas a UFD.
 - Instalaciones de refuerzo, que tienen por objeto incrementar la capacidad de algún elemento de la red de UFD existente en servicio, para la atención adecuada del nuevo suministro o generador, o ampliación, con el mismo nivel de tensión que la del punto de conexión con la red existente y que suponen un aumento relevante en la potencia del elemento a reforzar.
- Conforme al artículo 110 del RD 1955/2000 las protecciones de las instalaciones privadas deben estar coordinadas con las de la empresa distribuidora en base a las instrucciones técnicas complementarias que se dicten por el Ministerio de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Hasta que se publique la correspondiente instrucción técnica, se proponen las directrices básicas de las protecciones a instalar para asegurar una correcta coordinación. Con tal fin, esta especificación particular se aplicará a los sistemas de medida de energía eléctrica, las funciones de protección y su regulación, así como aquellas otras partes de la instalación del cliente que, por motivos de seguridad, fiabilidad o calidad de servicio, necesiten ser definidas para la conexión de las nuevas instalaciones del cliente o de sus ampliaciones.



Asimismo, se aplicará a aquellas instalaciones de cliente conectadas con anterioridad a la vigencia de la presente especificación particular, cuando su estado, situación o características impliquen un riesgo para las personas o produzcan perturbaciones en el normal funcionamiento de otras instalaciones.

Esta especificación no aplica a las instalaciones conectadas a la red de distribución de baja tensión.

4. Documentos de referencia

4.1. Legislación y Normativa aplicables

Las instalaciones a las que se refiere este documento deberán cumplir, como mínimo lo que se establece en la legislación y reglamentación vigente:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto-Ley 29/2021, de 21 de diciembre, por el que se adoptan medidas urgentes en el ámbito energético para el fomento de la movilidad eléctrica, el autoconsumo y el despliegue de energías renovables.
- Real Decreto-Ley 14/2022, de 1 de agosto, de medidas de sostenibilidad económica en el ámbito del transporte, en materia de becas y ayudas al estudio, así como de medidas de ahorro, eficiencia energética y de reducción de la dependencia energética del gas natural.
- Real Decreto-Ley 18/2022, de 18 de octubre, por el que se aprueban medidas de refuerzo de la protección de los consumidores de energía y de contribución a la reducción del consumo de gas natural en aplicación del "Plan + seguridad para tu energía (+SE)", así como medidas en materia de retribuciones del personal al servicio del sector público y de protección de las personas trabajadoras agrarias eventuales afectadas por la sequía.
- Real Decreto Ley 20/2022 de 27 de diciembre, de medidas de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la Guerra de Ucrania y de apoyo a la reconstrucción de la isla de La Palma y a otras situaciones de vulnerabilidad.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministros y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.



- Real Decreto 413/2014 de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Resolución de 11 de diciembre de 2019, de la Secretaría de Estado de Energía, por la que se aprueban determinados procedimientos de operación para su adaptación al Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Circular 3/2020, de 15 de enero, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de los peajes de transporte y distribución de electricidad.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para implementar los códigos de red de conexión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.
- Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el Reglamento (UE) 2016/631.
- Reglamento (UE) 2016/1388 de la Comisión de 17 de agosto de 2016 por el que se establece un código de red en materia de conexión de la demanda.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.
- Resolución de 27 de junio de 2024, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de generación a la red de transporte y a las redes distribución.
- Orden TED/1494/2021, de 22 de diciembre, por la que se adoptan orientaciones de política energética en relación con la circular por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes



de transporte y distribución de las instalaciones de consumo de energía eléctrica.

- Circular 1/2024, de 27 de septiembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de demanda de energía eléctrica.
- Resolución de 8 de junio de 2025, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de la demanda firme a las redes de distribución de electricidad.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto de 2007 por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019 de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias (ITCs) del Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Real Decreto 298/2021, de 27 de abril, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.

Y otras reglamentaciones o disposiciones administrativas europeas, nacionales, autonómicas o locales vigentes y aplicables.

4.2. Normas de obligado cumplimiento y de referencia

Las normas de obligado cumplimiento y de referencia que se han tenido en cuenta para el establecimiento de estas especificaciones particulares son las siguientes:

- Normas UNE, EN e IEC establecidas como de obligado cumplimiento en la reglamentación vigente y sus actualizaciones, o que sirvan de referencia para la definición de equipos o de métodos de actuación.
- Normativa de UFD. En particular:



- **IT.07972** Requisitos Técnicos para Conexión de Instalaciones de Alta Tensión de Un $\leq$ 36kV.
- **IT.07974** Requisitos Técnicos de Construcción de Subestaciones conectadas a redes de Alta Tensión de Un > 36kV.
- **IT.07975** Requisitos Técnicos de Construcción de Líneas conectadas a redes de Alta Tensión de Un > 36 kV.¹
- **IT.0100.ES.RE.EIC** Especificaciones Particulares para Instalaciones de Conexión. Medidas y Ensayos en Líneas Eléctricas Subterráneas antes de su puesta en servicio.
- **IT.07981** Requisitos Técnicos de Medida de Energía en Redes de Alta Tensión de Un > 1 kV en subestaciones eléctricas.

5. Definiciones

Cliente o titular: persona física o jurídica propietaria de la instalación de consumo, almacenamiento o generación que se conecta a la red de distribución.

Conexión en derivación: tipo de conexión que se realiza de forma que existe un camino único del flujo de la energía desde la red de distribución al consumo, almacenamiento o generación.

Conexión en entrada y salida (E/S): tipo de conexión que se realiza de forma que existen dos posibles caminos del flujo de la energía desde la red de distribución al consumo, almacenamiento o generación.

Nomenclatura de niveles de tensión a efectos del presente documento:

- **Red de AT:** red de distribución de UFD de alta tensión con tensión nominal mayor de 36 kV.
- **Red de MT:** red de distribución de UFD de alta tensión con tensión nominal hasta 36 kV, inclusive.

Nudo mallado: barra o conjunto de barras del mismo nivel de tensión de una subestación en que se conectan tres o más líneas o, si se dispone de transformación a ese nivel desde un nivel de tensión superior, dos o más líneas. A efectos del cómputo del número de líneas se considerarán exclusivamente las que pertenezcan a la red de transporte o distribución y no se considerarán las provenientes de estructuras en antena o las que no proporcionen un socorro efectivo en caso de la pérdida de una conexión.

Nudo no mallado: barra o conjunto de barras del mismo nivel de tensión de una subestación, que no cumple las condiciones de nudo mallado.

Posición de conexión (denominada habitualmente posición de interconexión): elemento de maniobra de propiedad UFD y ubicado inmediatamente antes del punto frontera, que tiene las funcionalidades de conexión y desconexión de la instalación del cliente de la red de

¹ Sustituirá a **ES.0104.ES.RE.EIC** Especificaciones Particulares para Instalaciones de Conexión. Líneas conectadas a redes de Alta Tensión de Un > 20 kV.



distribución tanto por operación local, como de forma automática por acción de protecciones y/o automatismos.

Promotor: persona física o jurídica que impulsa, programa y/o financia, con recursos propios o ajenos, la ejecución de las instalaciones de conexión y refuerzo establecidas reglamentariamente. Es la que solicita la conexión, sin que tenga que ser necesariamente titular final de la instalación

Proyecto tipo: manual técnico que establece y justifica los datos técnicos necesarios para el diseño y cálculo de instalaciones. El proyecto técnico administrativo de las mismas complementará al proyecto tipo en todos los aspectos particulares de la instalación a ejecutar, en especial en lo relativo a la instalación de puesta a tierra. (RD 337/2014, ITC-RAT 20).

Punto frontera: punto en el que la instalación eléctrica del cliente se une con la red de distribución y que marca el límite físico de ambas instalaciones. Estará ubicado en el elemento de conexión entre la posición de conexión y el cable aislado o conductor aéreo hacia la instalación del cliente.

Red mallada: red de distribución en la que el flujo de energía puede tener distintos orígenes, aunque su explotación habitual sea radial.

Red radial: red en la que el flujo de energía tiene un único origen y ante indisponibilidad de uno de sus elementos, se ve interrumpido el flujo de energía a las instalaciones que suministra.

6. Desarrollo

6.1. Características de la red de distribución de UFD

6.1.1. Características eléctricas de la red de AT

Tensiones normalizadas: 45 kV, 66 kV, 132 kV y 220 kV.

En la Tabla 1 se muestran las principales características eléctricas de la red de AltaTensión:

Tabla 1. Características eléctricas de la red de AT de UFD

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	45 kV	66 kV	132 kV	220 kV
Nivel de aislamiento				
- Tensión más elevada del material	52 kV	72,5 kV	145 kV	245 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial de corta duración	95 kV	140 kV	275 kV	460 kV
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo	250 kV	325 kV	650 kV	1.050 kV
Intensidad de cortocircuito máxima admisible	31,5 kA	31,5 kA	31,5 kA	50 kA
Régimen de neutro	A tierra	A tierra	A tierra	A tierra



La **red de AT** posee régimen de neutro eficazmente puesto a tierra. Los criterios de conexión del neutro de los distintos arrollamientos de transformadores compatibles con este tratamiento del neutro, se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 2. Criterios conexión del neutro

Nivel de tensión del arrollamiento (kV)	Conexión del neutro	Excepciones
220	A tierra	n/a
132	A tierra	Cuando sea necesario limitar la corriente de falta a tierra en algún punto de la red, se estudiará dejar aislado el neutro.
66 y 45 transformadores 220/66 (45) y 132/66 (45)	A tierra	n/a
66 y 45 transformadores 66(45) /MT	Aislado	Se conectarán a tierra si se da alguna de las siguientes situaciones: - El nudo es radial (sin apoyo de otra línea) constructivamente y está alimentado por línea aérea. - Transformadores de generación, salvo estudio particular.
≤ 36 kV	Aislado	Subestaciones de zona de distribución de Barcelona y Cuenca: neutro conectado a tierra a través de reactancia en zig-zag con resistencia. Subestación de Villablino: neutro puesto a tierra.

6.1.2. Proyectos tipo, equipos y materiales

Para conseguir una mayor homogeneidad y fiabilidad y garantizar la seguridad de las personas y las instalaciones, UFD ha establecido las características y los requisitos técnicos y de calidad que han de cumplir las instalaciones, equipos y materiales que vayan a ser parte de la red propiedad de UFD o que en aplicación de la reglamentación del sector eléctrico tengan que ser cedidas a UFD. Con tal fin, la instalación que esté dentro de este ámbito deberá cumplir con las especificaciones particulares y proyectos tipo establecidos por UFD y aprobados por la administración.

Los equipos y materiales de la red de UFD son sometidos a un proceso de verificación de cumplimiento de dichos requisitos por parte de UFD. Como resultado de dicho proceso, UFD dispone en su página Web de los listados actualizados de todos los fabricantes, marcas y modelos que lo han superado con éxito y que, por tanto, son aceptados en sus instalaciones.

Previo al inicio de la obra, el cliente seleccionará los materiales y equipos a instalar.

En caso de que el cliente desee utilizar materiales y equipo no incluidos en las listas de equipos aceptados por UFD, el cliente deberá entregar copia de los certificados y ensayos que evidencien que estos materiales y equipos se ajustan



a los reglamentos y a las normas de obligado cumplimiento. Después de recibida esta documentación, UFD comprobará el cumplimiento de los requisitos reglamentarios y normativos anteriores y de las especificaciones particulares aplicables y, posteriormente, si procede, aceptará explícitamente el uso de dichos materiales y equipos, siempre que se aseguren las condiciones técnicas y de compatibilidad (refrigeración, conexión, acoplamiento, etc.) entre los equipos y materiales que formen parte de la red proyectada con la red existente.

En caso de discrepancia entre el cliente y UFD sobre la adecuación de los certificados presentados, decidirá el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

6.2. Instalaciones de conexión

Como norma general, existirá siempre una posición de subestación de UFD que conformará la posición de conexión, que permita, entre otras funcionalidades, conectar y desconectar la instalación particular de la red de distribución e identifique claramente la frontera de propiedad de ambas instalaciones.

La posición de conexión estará ubicada, bien en una subestación existente de UFD o bien en una nueva subestación de distribución conectada en E/S a una línea de la **red de AT**.

En la tabla 3 se indican los valores mínimos de referencia para la conexión de suministros de consumo, generación y almacenamiento, tanto en subestación existente como mediante la apertura de una línea existente. Por debajo de los valores de referencia no estará permitida de forma general, salvo justificación técnico-económica de la excepcionalidad de la solución, la conexión en la **red de AT**, estudiándose la solución preferente en la **red de MT** o inferior, según lo establecido en la IT.07972 “Requisitos Técnicos para Conexión de Instalaciones en Alta Tensión de Un ≤ 36 kV”.

Tabla 3. Potencias solicitadas de referencia para conexión en la red de AT de instalaciones de consumo, generación y almacenamiento.

Nivel de tensión (kV)	Potencia mínima para conexión en posición de subestación existente (MW)	Potencia mínima mediante apertura de línea existente (MW)	Potencia máxima para conexión en subestación (MW)
132	10	12	100
66	6	10	60
45	4	7	40

Para las instalaciones de generación incluidas en el ámbito del RD 413/2014 prevalecerán los valores relacionados con límites de potencia recogidos en la Resolución de 27 de junio de 2024 de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, y futuras actualizaciones que puedan producirse, por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de generación a la red de transporte y a las redes distribución, publicadas en cumplimiento de la Circular 1/2021, de 20 de enero, de la Comisión Nacional de los



Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y de la conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de producción de energía eléctrica.

Para las instalaciones de consumo, prevalecerán los valores relacionados con límites de potencia recogidos en la Resolución de 8 de junio de 2025, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establecen las especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso firme de la demanda a las redes de distribución de electricidad, publicadas en cumplimiento de la Circular 1/2024, de 27 de septiembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología y condiciones del acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de las instalaciones de demanda de energía eléctrica.

En el caso particular de las instalaciones de almacenamiento, le serán de aplicación los criterios establecidos en ambas resoluciones, según su condición de generación y su condición de demanda.

6.2.1. Conexión en subestación existente

La solución de conexión preferente será en una subestación existente de UFD.

Las conexiones de suministros de consumo, generación o almacenamiento en subestación se realizarán mediante posiciones de UFD frontera con las instalaciones del cliente, siendo dichas posiciones, en el accesorio de conexión con la línea del cliente, las que constituirán el elemento frontera.

6.2.2. Conexión en nueva subestación mediante apertura de línea existente

En caso de que no sea viable la solución de conexión en subestación existente de UFD, se permitirá la conexión mediante una nueva subestación en entrada y salida de una línea del nivel de tensión adecuado, no permitiéndose en ningún caso la conexión en derivación.

En el caso de conexión en entrada y salida de línea existente, la subestación tendrá además de las posiciones de entrada, salida y conexión hacia el suministro, el resto de las posiciones necesarias para la correcta configuración de la instalación (servicios auxiliares, medida de tensión, acoplamiento en su caso, etc.), que serán cedidas a UFD al incorporarse a su red de distribución, siendo la posición de conexión la que constituirá el elemento frontera. La construcción de la subestación se realizará conforme a las especificaciones particulares y proyectos tipo en vigor.

Toda nueva subestación que se conecte en una línea AT de UFD lo hará de forma que la red resultante no contenga más de tres nudos no mallados entre dos nudos mallados, salvo para la conexión de una instalación en 45 kV, que no podrá contener más de cinco nudos no mallados entre dos nudos mallados.

Asimismo, en cuanto a la potencia de transformación instalada en un eje entre dos nudos mallados o en un anillo alimentado desde un nudo mallado, se establecen los siguientes valores máximos de potencia instalada:



Tabla 4. Potencia instalada máxima entre nudos mallados de la red de AT

Nivel de tensión (kV)	Potencia instalada máxima entre nudos mallados (MVA)
132	270
66	150
45	90

Las nuevas instalaciones que impliquen la conexión de una nueva subestación en entrada/salida de una línea existente se realizarán preferentemente en las inmediaciones de la traza de la línea. En todo caso, ante la eventual necesidad de separación de la traza por razones de viabilidad, se aplicará la más restrictiva de las siguientes condiciones:

- Distancia a la línea existente (D): 3 km en 132 kV y 1,5 km en 66 y 45 kV en red mallada.
- Máximo incremento de longitud de la línea existente $(l_1 + l_2)/L$: 10%.

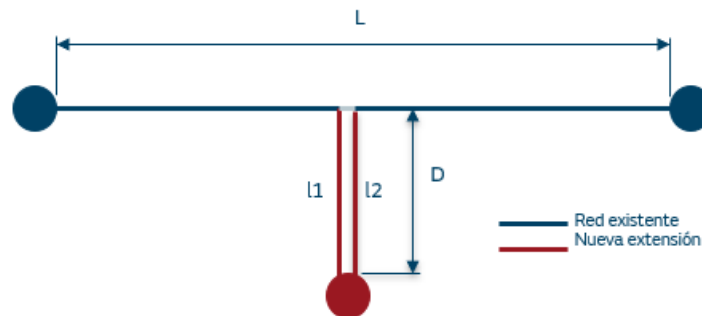


Figura 1. Incremento de longitud de línea existente en conexión en E/S.

6.2.3. Ubicación del punto frontera

La ubicación del punto frontera será el accesorio de conexión entre la posición de conexión y el cable aislado o conductor aéreo saliente hacia la instalación del cliente.

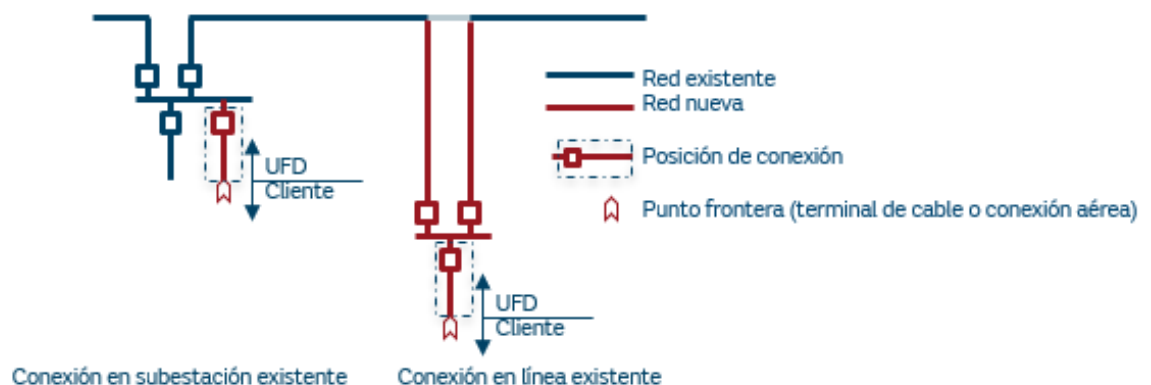


Figura 2. Esquema de conexión de nuevas instalaciones



6.3. Determinación de necesidad de instalaciones de refuerzo

En función de la potencia y condiciones del punto de conexión con la red existente del suministro de consumo, almacenamiento o generación, podrían ser necesarias actuaciones de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de instalaciones de la red de distribución existente en servicio.

Por otro lado, toda solicitud de nuevo suministro o incremento de potencia puede provocar la necesidad de repotenciar instalaciones preexistentes. Se considera repotenciación directa a todas aquellas actuaciones de carácter mínimo, sobre la base de elementos normalizados y cumpliendo los criterios para las instalaciones de distribución establecidos en la normativa vigente, que tienen por objeto incrementar la capacidad de algún elemento de la red existente con el mismo nivel de tensión, incluido el transformador y sus posiciones y el propio sistema de protección, a la del punto de conexión, que intervenga eléctricamente en la atención del nuevo consumo, almacenamiento o generación.

En general se denominará a este tipo de actuaciones, trabajos de refuerzo. Estos trabajos serán realizados por UFD como propietario de la red y conforme a la normativa vigente.

6.4. Protección y medida

Las instalaciones que se conecten a la red de UFD no provocarán perturbaciones que alteren la calidad de servicio del resto de los clientes, según se recoge en la legislación vigente, y estarán preparadas para soportar perturbaciones inducidas dentro de los márgenes reglamentarios.

Las protecciones eléctricas de las instalaciones del cliente deben asegurar la correcta coordinación con las protecciones situadas agua arriba, con objeto de que un defecto sea eliminado por el elemento de protección más cercano.

En la Especificación Particular **IT.07974** “Requisitos Técnicos de Construcción de Subestaciones conectadas a redes de Alta Tensión de Un > 36 kV” en vigor, se indican las protecciones y equipos de medida a instalar en posiciones de conexión, consumo con generador (cogenerador o autoconsumo), generador puro o consumidor, independientemente del equipamiento y configuración de la instalación del cliente. En este sentido, y dado que el disyuntor situado en la posición de conexión podrá ejecutar también órdenes de disparo procedentes de las protecciones y del mando manual de emergencia de instalaciones del cliente, este facilitará dichas órdenes y la señalización necesaria para el correcto funcionamiento y explotación de dichas protecciones.

En los apartados 6.4.1 se resumen las protecciones necesarias y los ajustes tipo de UFD para el caso de que la posición de conexión sea una posición de transformador y en el apartado 6.4.2 para el caso en que sea una posición de línea.

En las posiciones de conexión donde haya generación y/o almacenamiento, las protecciones propias de las instalaciones del cliente estarán situadas en el lado del



cliente que determina el punto frontera. Las protecciones de la conexión estarán situadas en las instalaciones de UFD y serán:

- **Mínima tensión entre cada par de fases (27).** Regulable de $0,7 U_n$ a $1,0 U_n$. Temporizado ajustable entre 0 y 2 segundos. Lógica 1 de 3, esto es, con al menos un par de fases con mínima tensión.

El valor tipo de UFD es $0,85 U_n$ temporizado en 1,5 segundos. Reposición al 102% del valor de ajuste.

- **Máxima tensión entre cada par de fases (59).** Regulable de $0,9 U_n$ a $1,3 U_n$, temporizado ajustable entre 0 y 2 segundos. Lógica 1 de 3, esto es, con al menos un par de fases con máxima tensión.

El valor tipo de UFD es $1,1 U_n$ temporizado en 1 segundo y $1,15 U_n$ temporizado en 0,2 segundos para función 59 con dos etapas. Reposición al 98% del valor de ajuste.

- **Máxima y mínima frecuencia (81M + 81m).** Regulable entre 51,5 y 47,5 Hz. Temporizado ajustable, entre 0 y 5 segundos.

Para 81M, el valor tipo UFD es 51,5 Hz temporizado en 0,5 segundos (salvo en generación no gestionable tipo eólica, solar o hidráulica fluyente de potencia superior a 10 MW donde los ajustes serán definidos por el Operador del Sistema) y para 81m es 47,5 Hz temporizado en 3 segundos. Los tiempos anteriores no incluyen el tiempo mínimo que precisa el relé de protección para medida de frecuencia, típicamente 6 pasos por cero, esto es, 6 subciclos (60 ms a 50 Hz).

- **Máxima tensión residual (59N).** Regulable de 5 a 40 V, temporizado ajustable entre 0 y 15 segundos.

El valor tipo de UFD es el 20% de la tensión residual con falta franca en neutro aislado, temporizado a 1 segundo y reposición al 105% del valor de ajuste.

En la tabla siguiente se recogen los ajustes tipo UFD de las funciones de protección descritas.

Tabla 5. Ajustes tipo UFD de funciones de protección

Función 81M (Máxima frecuencia)	
f>	51,5 Hz
T	0,5 s
Función 81m (Mínima frecuencia)	
f<	47,5 Hz
T	3 s
Función 59 (Máxima tensión)	
U>	$1,1 \times U_n$
T	1 s
U>>	$1,15 \times U_n$
T	0,2 s



Función 27 (Mínima tensión)	
$U <$	$0,85 \times U_n$
T	1,5 s
Función 59N (Máxima tensión homopolar)	
$U_{\text{residual}} >$	20 % (*)
T	1 s
(*) 20% Tensión residual con falta franca en neutro aislado. La tensión residual con falta franca en neutro aislado es $\sqrt{3} U_N$, siendo U_N el valor de la tensión compuesta nominal de red.	

También será admisible la opción de instalar las funciones descritas (27, 59, 81M/m y 59N) simultáneamente en la instalación del tercero, midiendo tensión del lado UFD en AT, en aquellos casos solicitados ante la criticidad de la pérdida del consumo, en instalaciones de tercero de generador con consumo, así como en autoconsumo sin excedentes. Manteniéndose dichas funciones en la posición de interconexión con los mismos umbrales de ajuste y con un margen de tiempo de 200 ms superior a las de las funciones en la posición del tercero, garantizando un apoyo ante fallo en el sistema de protección del tercero. Esta será considerada siempre como segunda opción ante la imposibilidad de ir a la primera, debiendo ser aprobada expresamente por UFD.

En el caso de instalaciones de generación, cada instalación generadora se conectará en un único punto de conexión a la red de distribución. En aquellas configuraciones en las que las instalaciones de generación se conecten en la instalación interior de un suministro de consumo o mediante una línea directa, la conexión se realizará de forma que se impida el acoplamiento de dos o más puntos distintos de la red de distribución en alta o baja tensión.

Los generadores conectados a la red de alta tensión que utilicen inversores electrónicos deberán cumplir todos los requisitos establecidos en la ITC RAT-09. Para limitar la inyección tanto de corriente continua como de sobretensiones a la red de distribución y la correcta detección del funcionamiento en isla con dicha red de distribución, los inversores deben superar los ensayos establecidos en las normas UNE-EN 62116 V2 (para funcionamiento individual) y UNE 217002 (para funcionamiento en paralelo) para lo cual deben disponer de un informe de superación de ensayos realizados por un laboratorio acreditado para dichos ensayos según UNE-EN ISO/IEC 17025.

En el caso de autoconsumo sin excedentes, el Sistema Antivertido (SAV) deberá cumplir los requisitos establecidos en la ITC-BT 40.

En el caso particular de las instalaciones de almacenamiento, deberán cumplir los criterios establecidos para las instalaciones de consumo según su condición de demanda, así como requisitos de las instalaciones de generación en su modo de funcionamiento como generador.

En todo caso, y para el correcto diseño de la instalación interior, UFD aportará en base al análisis particular de cada petición, entre otros, el nivel de protección requerido de la posición de conexión y los datos previstos en ITC-RAT 19 apartado 4.



Con esta información, el promotor deberá dirigirse a UFD para coordinar la solución de protecciones y los ajustes, de tal manera que se asegure una adecuada coordinación y selectividad.

Por evolución de la propia red de distribución con el tiempo, pueden ser necesarios cambios de ajustes en el sistema de protección UFD, que pudieran requerir cambios de ajuste en las instalaciones de cliente respecto a los iniciales de puesta en servicio para garantizar la coordinación efectiva entre ambos sistemas de protección.

Los enclavamientos entre los elementos de maniobra de la posición de conexión y la apartamenta de cliente será fijada bajo mutuo acuerdo entre las partes, con objeto de garantizar la seguridad de personas e instalaciones. No se permitirá la sincronización con el interruptor de interconexión de UFD, permitiendo sólo el cierre del mismo con tensión en lado UFD y sin tensión en lado tercero.

La configuración y ubicación de los equipos de medida, se establecerá conforme a la legislación y a las Especificaciones Particulares de UFD vigentes, en particular a la **IT.07981** “Requisitos Técnicos de Medida de Energía en Redes de Alta Tensión de Un > 1 kV en subestaciones eléctricas”.

Además de los equipos necesarios para la medida de facturación, en el caso de generación con potencia instalada mayor de 1.000 kW, o menor o igual de 1.000 kW pero formando parte de una agrupación de instalaciones cuya suma de potencias sea mayor de 1.000 kW, tal y como establece el artículo 7 y el Anexo II del RD 413/2014, se deberá disponer de los equipos necesarios para el envío de la telemida en tiempo real al Operador del sistema de forma individual en el primer caso o agregada en el segundo.

6.4.1. Protecciones para conexión en posición de transformador

En el caso de que la posición de conexión sea una posición de transformador (primario), de las protecciones recogidas en **IT.07974** “Requisitos Técnicos de Construcción de Subestaciones conectadas a redes de Alta Tensión de Un > 36 kV” sólo las siguientes serán propiedad y responsabilidad de UFD:

- Función de sobreintensidad de fases y neutro (3x50-51 + 1x50N-51N).
- Función de vigilancia de la bobina de disparo (3).
- Función de fallo de interruptor (50s-62), sólo en 66 y 45 kV, dado que en 132 y 220 kV esta función está implementada en la protección diferencial de barras.
- Función mínima tensión (27B+27T), para enclavamientos de apartamenta.

El resto de las funciones de protección son propiedad del cliente y, por tanto, de su ámbito de responsabilidad:

- Protección diferencial (87).



- Función de disparo y bloqueo con rearme eléctrico (86), que recoja todos los disparos de máquina que el cliente considere (Buchhoz, Jansen, etc.)
- Protecciones propias del transformador (Buchholtz, Jansen, temperatura, nivel y presión de aceite, etc.).
- Funciones para la verificación de las condiciones de cierre del interruptor (27B, 27T, 25).

A continuación, se definen los criterios de ajuste tipo para las funciones de protección de UFD en primario de transformador, para facilitar la coordinación de los sistemas de protección de ambas partes UFD y cliente.

- **Función de sobreintensidad de fases temporizada (3x51F)**

- Arranque ($I>$): se tomará el menor valor de 1,3 veces la intensidad nominal primaria mayor de todas las posiciones de cambiador de tomas de transformador y 1,2 veces la intensidad nominal primaria del transformador de intensidad del lado de mayor tensión del transformador de potencia.
- Constante o dial de la curva (k): se calculará para que el tiempo de disparo de la función 51 del lado de mayor tensión del transformador de potencia, calculado para la corriente I , sea de 0,9 segundos, guardando siempre un margen mínimo de 0,1 segundos con respecto a la función 51F del lado de menor tensión.
- Curva: Normal inversa CEI.

- **Función de sobreintensidad de fases instantánea (3x50F)**

- Arranque ($I>>$): se tomará el mayor valor de 8 veces la intensidad nominal primaria mayor de todas las posiciones de cambiador de tomas de transformador y 1,3 veces la intensidad de cortocircuito trifásico primaria en las barras del lado de menor tensión del transformador, medida en el lado de mayor tensión.
- Tiempo de retardo ($T>>$): se ajustará en 0 segundos.
- Curva: Tiempo definido.

- **Función de sobreintensidad de neutro temporizada (1x51N)**

- Arranque ($I_N>$): se tomará el valor de 0,5 veces la intensidad nominal primaria del transformador de intensidad del lado de mayor tensión del transformador de potencia.
- Constante o dial de la curva (k): se calculará para que el tiempo de disparo coordine con los 67N de la red del lado de mayor tensión, con margen mayor de 0,3 segundos.
- Curva: Normal inversa CEI.



- **Función de sobreintensidad de neutro instantánea (1x50N)**

Desactivado.

- **Función de fallo de interruptor (50s-62), sólo en 66 y 45 kV**

Para las posiciones de 45 y 66 kV se activará la función de fallo de interruptor incorporada en el equipo integrado de protección y control, que dará disparo selectivo a la barra y al acoplamiento. Los criterios serán los mismos que los indicados para el fallo interruptor en 220 y 132 kV, donde esa función está implementada en la protección diferencial de barras.

- Arranque ($I>$): se tomará el valor de la intensidad nominal primaria del transformador de intensidad del lado de mayor tensión del transformador de potencia comprobando que este nunca es superior al mínimo valor de intensidad de cortocircuito (aportación de cada posición).
- Tiempo de retardo $T>$: se ajustará en 0,25 segundos.

En la tabla siguiente se resumen los ajustes tipo UFD de las funciones de protección descritas.

Tabla 6. Ajustes tipo UFD de funciones de protección con conexión en posición de transformador

Función 3x51 (Sobreintensidad de fases temporizada)	
$I>$	El menor de: $1,3 \times I_{n \max TP}$ $1,2 \times I_{nTi}$
Tipo Curva	CEI Normal Inversa
k	$T = 0,9 \text{ s}$ para $I_{cc3F BT AT}$
Función 3x50F (Sobreintensidad de fases instantánea)	
$I>>$	El mayor de: $8 \times I_{n \max TP}$ $1,3 \times I_{cc3F BT AT}$
$T>>$	0 s
Función 1x51N (Sobreintensidad de neutro temporizada)	
$I_{N>}$	$0,5 \times I_{nTP}$
Tipo Curva	CEI Normal Inversa
k	$T = 0,3 + T_{LAT UFD} \approx 1 \text{ s}$ para $I_{cc1F AT AT}$
Función 1x50N (Sobreintensidad de neutro instantánea)	
Desactivada	
Función 50s-62 (Fallo de interruptor)	
$I>$	El menor de: I_{nTi} $I_{cc3F} \text{ (posición)}$
$T>$	0,25 s



6.4.2. Protecciones para conexión en posición de línea

En el caso de que la posición de conexión sea una posición de línea, las protecciones recogidas en **IT.07974** “Requisitos Técnicos de Construcción de Subestaciones conectadas a redes de Alta Tensión de Un > 36 kV” en función de la clasificación del nivel de protección de la posición: primer, segundo y tercer nivel, y a las que se le asignan funciones de protección de conexión, estarán situadas tanto en las instalaciones de UFD y como del cliente, para cumplir con los requerimientos del nivel de protección definido para la línea.

De forma general, las características de cada uno de los niveles de protección para las posiciones son los indicados a continuación:

Primer nivel

Incluye:

- a) Protección principal 1: diferencial de línea (87L).
- b) Protección principal 2: distancia comunicada (21 + equipo de teleprotección).

Ambas protecciones principales requieren telecomunicación con el extremo remoto.

Segundo nivel

Incluye:

- a) Protección principal: distancia comunicada (21 + equipo de teleprotección).
- b) Protección de respaldo: sobreintensidad de fases (51F) y sobreintensidad direccional de neutro (67N).

La protección principal requiere telecomunicación con el extremo remoto.

Tercer nivel

Incluye:

- a) Protección principal: distancia escalonada (21).
- b) Protección de respaldo: sobreintensidad de fases (51F) y sobreintensidad direccional de neutro (67N).

Por otro lado, la función fallo interruptor será equivalente a lo indicado en el apartado anterior 6.4.1 para transformador primario. Adicionalmente, en líneas de primer y segundo nivel, se transmitirá al extremo remoto al objeto de dar un permiso de disparo y bloqueo de reenganche en ambos extremos

A continuación, se definen los criterios de ajuste tipo para las funciones de protección de UFD en posición de línea de AT Un>36 kV para facilitar la coordinación de los sistemas de protección de ambas partes UFD y cliente.



- **Función diferencial de línea (87L)**

La función diferencial de línea compara el fasor de la corriente medida en el extremo local con el correspondiente del extremo remoto, que se recibe codificado a través de canal de telecomunicaciones. En base a ello, el relé diferencial calcula para cada fase dos magnitudes en las cuales basa su decisión de disparo: la corriente diferencial (I_{diff}) y la corriente de frenado (I_{bias}).

Para los extremos a y b de una línea la corriente diferencial es el módulo de la suma vectorial de la corriente en a y en b en un instante:

$$[I_{diff}] = [I_a + I_b]$$

La corriente de frenado es el módulo de la corriente promedio que atraviesa la línea en un instante:

$$[I_{bias}] = 0,5 \times ([I_a] + [I_b])$$

La protección diferencial debe garantizar la sensibilidad frente a bajos niveles de corriente de falta y al mismo tiempo ha de tener inmunidad para corrientes de falta muy altas a los efectos de saturación en los transformadores de intensidad y otros fenómenos relacionados. Para ello se incrementa la pendiente respecto a la corriente de frenado. El criterio de actuación del relé se basa en estar por encima o por debajo de una zona delimitada por un umbral y unas pendientes de operación en función de la corriente de frenado.

Denominando:

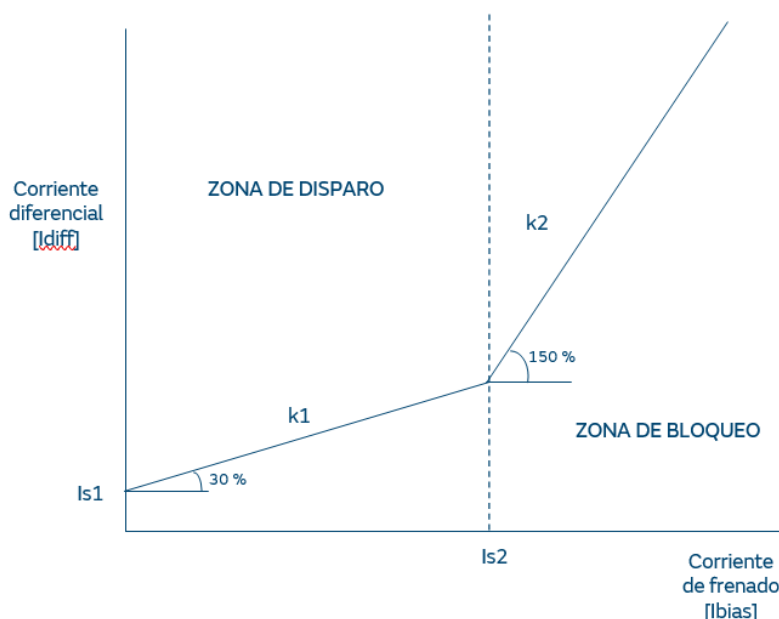
I_{s1} = umbral mínimo de corriente diferencial (I_{diff}) para que el relé actúe.

I_{s2} = umbral de la corriente de frenado (I_{bias}) que determina cambio de pendiente.

$k1$ = porcentaje de la corriente de frenado que incrementa el umbral de disparo para valores de la corriente de frenado menor o igual a I_{s2} .

$k2$ = porcentaje de la corriente de frenado que incrementa el umbral de disparo para valores de la corriente de frenado mayor I_{s2} .

La zona de disparo queda dividida en dos según una condición de la corriente de frenado I_{bias} como muestra esta gráfica:



Es decir:

Si $[I_{bias}] \leq I_{s2}$ el disparo se produce si $[I_{diff}] > k_1[I_{bias}] + I_{s1}$

Si $[I_{bias}] > I_{s2}$ el disparo se produce si $[I_{diff}] > k_2[I_{bias}] - (k_2 - k_1)I_{s2} + I_{s1}$

Para simplificar la selección de ajustes de I_{s1} , I_{s2} , k_1 y k_2 se recomienda dejar fijos en unos valores que se adaptan a la mayoría de los casos de explotación, y que UFD confirmará en cada caso:

$$I_{s1} = 0,2 \times I_n$$

$$I_{s2} = 2 \times I_n$$

$$k_1 = 30 \%$$

$$k_2 = 150 \%$$

El ajuste de I_{s1} debe fijarse al menos 2,5 veces por encima del valor de la intensidad de carga capacitiva de la línea en régimen permanente para evitar actuaciones no deseadas debido a efectos transitorios de energización de la línea, incrementos en la intensidad capacitiva debidos a sobretensiones durante el régimen de carga y durante las condiciones de falta externa.

- **Función de distancia escalonada (21)**

La función de distancia se basa en la medida de la impedancia aparente: cociente complejo entre los fasores de tensión e intensidad que lee de los transformadores de intensidad: $V/I = Z = R + jX = \{\text{mod}(Z), \text{arg}(Z)\}$.

Datos necesarios

Para el ajuste de la protección de distancia para una posición de línea los datos necesarios son los siguientes:



- Datos de la línea a proteger (L1): longitud (para localizador de faltas), impedancia de secuencia directa $Z_1(L1)$ y de secuencia cero $Z_0(L1)$ (para cálculo de impedancias en caso de falta a tierra).
- Datos de la línea más corta de las que parten de la subestación remota de la línea a proteger (L2): impedancia de secuencia directa $Z_1(L2)$.
- Menor alcance resistivo R1 de las líneas que parten de la subestación remota, a excepción de las líneas sobrealcanzables.
- Datos de la línea más larga de las que parten de la subestación remota de la línea a proteger (L3): impedancia de secuencia directa $Z_1(L3)$.
- Menor alcance resistivo (R2) de las líneas que parten de la subestación remota, a excepción de las líneas sobrealcanzables.
- Datos de la línea más corta de las restantes líneas que parten de la subestación origen (L4): impedancia de secuencia directa $Z_1(L4)$.
- Relación de transformadores de intensidad de la posición de línea.
- Relación de transformadores de tensión de la posición de línea (o de barras en su defecto).
- Relación de transformador de tensión para sincronismo y ubicación del mismo.

Cálculo de alcances

Los alcances de la protección de distancia normalizados en UFD se dividen en 5 zonas poligonales de impedancia (4 hacia delante y una hacia atrás) y normalmente se calculan según los siguientes criterios:

- ZONA 1: Se limita al 85% de la impedancia de la línea a proteger.

$$Z1 = 0,85 \times Z_1(L1).$$

- ZONA 2: Alcanza a la impedancia total de la línea a proteger más la mitad de la impedancia de la línea más corta de las que parten de la subestación remota.

$$Z2 = Z_1(L1) + 0,5 \times Z_1(L2).$$

- ZONA 3 y ZONA 4: Alcanzan a la impedancia total de la línea a proteger más una vez y media la impedancia de la línea más larga de las que salen de la subestación remota.

$$Z3 = Z4 = Z_1(L1) + 1,5 \times Z_1(L3).$$

- ZONA 5: Zona de respaldo de las barras de la subestación origen (hacia atrás). Alcanza a la línea más corta de las restantes líneas que parten de la subestación origen.

$$Z5 = Z_1(L4).$$



Estos criterios de ajuste de alcances de la protección de distancia podrán variar para cada caso en concreto, especialmente en líneas de más de dos terminales, líneas que terminen en un solo transformador o líneas en las que se adopte un esquema de teleprotección distinto al de “subalcance y aceleración”.

Para cada una de las cuatro primeras zonas se define una extensión del alcance resistivo. El valor de dicho alcance resistivo se calcula como 5 veces el alcance inductivo de la zona correspondiente ($R_i = 5 \times X_i$) teniendo en cuenta dos limitaciones:

- En ohmios primarios el alcance resistivo de segunda zona no debe superar el alcance resistivo de las primeras zonas de las líneas de tercer nivel de protección que parten de la subestación remota.
- El alcance resistivo de zona 3 será igual al de zona 2 en aquellos casos en que se considere conveniente reducir la cobertura de la zona 3 para faltas resistivas, con el fin de evitar disparos sin reenganche y permitiendo la actuación del relé direccional de tierra.
- Los alcances resistivos no deben entrar dentro de la zona de mínima impedancia de carga de la línea ni de la banda de oscilación de potencia.

Se denomina alcance resistivo límite (R_{lim}) al máximo alcance resistivo permitido. Este es el correspondiente a la mínima impedancia de carga de línea menos la banda de oscilación de potencia.

Temporizaciones

A cada una de las zonas se le asigna un tiempo de disparo. Dichos tiempos habitualmente son:

- T_1 (Tiempo de disparo de zona 1) = 0 ms (Instantáneo)
- T_2 (Tiempo de disparo de zona 2) = 400 ms
- T_3 (Tiempo de disparo de zona 3) = 800 ms
- T_4 (Tiempo de disparo de zona 4) = 800 ms si $R_3 = R_{lim}$; 1500 ms si $R_3 < R_{lim}$.
- T_5 (Tiempo de disparo de zona 5) = 1500 ms.

Banda de oscilación de potencia

Se configura una banda de oscilación de potencia para bloqueo de la protección de distancia en caso de detectarse este efecto.

Dicho bloqueo será en todas las zonas y con una temporización de desbloqueo de 2500 ms. En caso de líneas con sistemas de teleprotección en esquema de bloqueo se permitirá la emisión y recepción de la señal de bloqueo.



La banda de oscilación de potencia se define de una impedancia de 1 Ohm secundario en sistemas con intensidad nominal de 5 Amperios secundarios y de 5 Ohm secundarios en sistemas con intensidad nominal de 1 Amperio secundario.

Para proteger contra posibles faltas en la red que aparezcan durante una oscilación de potencia, se permitirá el desbloqueo de la protección de distancia en los siguientes casos:

- Cuando se supere un umbral de intensidad residual igual a $0,1 \times I_n + 20\% I_{max}$;
- Cuando se supere un umbral de intensidad de fase igual a $6 \times I_n$;
- Cuando se supere un umbral de intensidad de secuencia inversa igual a $0,1 \times I_n + 20\%$

Ajustes de teleprotección

En líneas de primer y segundo nivel se configura un esquema de teleprotección que normalmente es de “subalcance y aceleración permisivo” con disparo trifásico (salvo que se configure como disparo monofásico) y con emisión en zona 1. Para determinados casos, en función de la topología de la red, podrán ser adoptados otros esquemas de teleprotección distintos como “sobrealcance permisivo”, “sobrealcance y bloqueo” o “subalcance y bloqueo”.

Los casos más habituales se indican a continuación:

- En líneas de dos extremos explotadas en red mallada:
 - Esquema de subalcance permisivo PUTT (“Permissive Underreach Transferred Trip”):

En transmisión, la señal es activada por una zona de subalcance con dirección hacia línea, en concreto la primera zona (Z1).

En recepción, la señal es interpretada como permiso para disparo sin retardo intencionado de una zona de sobrealcance. Si esta zona de sobrealcance coincide con la segunda zona, se le da también al esquema el nombre de “Aceleración de escalón”.
 - Esquema de sobrealcance permisivo POTT (“Permissive Overreach Transferred Trip”):

En transmisión, la señal es activada por una zona de sobrealcance con dirección hacia línea, en concreto la segunda zona (Z2).

En recepción, la señal es interpretada como permiso para disparo sin retardo intencionado de una zona de sobrealcance.

La temporización del bloqueo por inversión será de 50 ms.
- En líneas de dos extremos explotadas en red radial:
 - Esquema híbrido para alimentación débil (“Weak infeed”)



En el extremo fuerte, funciona como lo descrito para POTT con Z1 en sobrealcance.

En el extremo débil:

En transmisión, la señal es activada por la recepción de señal procedente del extremo opuesto, si no es bloqueada por una zona local con dirección hacia barras (modo Eco).

En la recepción, la señal produce disparo sin retardo intencionado, si no es bloqueado por una zona local con dirección hacia barras.

Ajustes de protección a tierra resistente con esquema de teleprotección (comparación direccional).

En líneas de primer y segundo nivel se activa una protección de comparación direccional entre ambos extremos de la línea para detección de faltas a tierra altamente resistivas. Los parámetros habituales de ajustes de esta protección son:

- Umbral de Uresidual = 0,05 Un
- Umbral de Iresidual = 0,2 x In
- Tiempo de operación = 0 ms
- Tipo de disparo = Tripolar
- Canal de teleprotección = Independiente
- Tipo de esquema = Permisivo
- Temporización del bloqueo por inversión: 50 ms

• **Función de sobreintensidad de fases temporizada (3x51F)**

Según la filosofía de protecciones de UFD en redes de AT, donde en cualquier momento pueden ser necesario explotarlas malladas, las protecciones de sobreintensidad no direccional se consideran una protección de respaldo secundaria o de “emergencia”, por tanto el criterio de ajuste se basa en la no interferencia con otras protecciones y solo aportan una garantía de conservación de las instalaciones físicas frente a los efectos térmicos de un corto prolongado. Por tanto, la función de sobreintensidad instantánea de fases (50F) se deja siempre desactivada.

La función de sobreintensidad no direccional de fases se ajusta con una curva normal inversa CEI que se comporta según la expresión:

$$t = (0.14 \times k) / ((I_{cc}/I)^{0.02} - 1)$$

Siendo:

t: tiempo de actuación (disparo) del relé.

k: constante o dial de la curva



$I_{>}$: valor la corriente de arranque programada en el relé.

I_{cc} : valor de la corriente de cortocircuito que ve el relé.

Se ajusta el arranque ($I_{>}$) a la máxima intensidad en régimen permanente que puede soportar térmicamente la instalación, que siempre será la menor entre el límite térmico del conductor de la línea y $1,2 I_n$ del transformador de intensidad de la línea. Con esto y el valor de cortocircuito máximo esperado se calcula la constante (k) para que la falta se despeje en un tiempo de 800 ms correspondiente al tiempo de tercera zona de los relés de distancia.

- **Función de sobreintensidad direccional de neutro temporizada (1x67N>)**

Dado que las funciones de distancia encuentran dificultades para medir faltas a tierra fuertemente resistivas, debido a la influencia de la carga previa a la falta y otras razones asociadas. La función de sobreintensidad direccional de neutro (67N) permite extender el límite de sensibilidad para faltas a tierra de las funciones de distancia, pudiendo responder también, en apoyo, a faltas fuera de la línea protegida, con retardo intencionado para mantener la selectividad.

- Arranque ($I_{N>}$): se tomará inicialmente el valor de 0,1 veces la intensidad nominal primaria del transformador de intensidad de la posición de línea.

Para el cálculo de los valores de arranque ($I_{N>}$) de los relés 67N en cada una de las posiciones de línea del anillo en estudio su valor de arranque será: $I_{N>} = 1,2 \times \text{Max}(I_{N>i})$; donde $I_{N>i}$ es el valor de arranque de cada uno de los relés 67N de todas las posiciones de línea de la barra remota (en valores primarios), que proporcionará UFD.

- Constante o dial de la curva (k_0): para el cálculo del k_0 del primer relé en estudio, se realizarán todos los casos de cortocircuito estudiados sobre la barra remota (red entera, ausencia de una línea (line outs), faltas monofásica a tierra (L-G) y bifásica a tierra (L-L-G) con generación máxima y mínima). Se tomará la corriente máxima que ve el relé de entre todos estos casos y para dicha corriente máxima se calculará el valor de k_0 inicial para obtener un tiempo de disparo del relé en estudio de $T_d = 0,4$ segundos considerando un intervalo de tiempo de coordinación entre relés 67N consecutivos de 0,3 segundos.

Será preciso recorrer el anillo de red AT sometido a estudio, en ambos sentidos, las veces que se necesiten hasta que no se cambie ningún ajuste con relación al paso anterior.

Adicionalmente faltas en barras con una resistencia de falta equivalente al alcance resistivo de Zona 2 de los relés de distancia de las líneas de tercer nivel que miran a la barra, verificar que las unidades 67N disparan en tiempos inferiores a 0,8 segundos (buena coordinación con las terceras zonas).

- Curva: Normal inversa CEI.



- **Función de sobreintensidad direccional de neutro instantánea (1x67N>>)**

- Arranque (IN>>):

Se seleccionará el mayor valor de aportación (3 IO) del vínculo en que se encuentra el relé en estudio, en todos los casos analizados para la barra remota (red entera, ausencia de una línea (line outs), faltas monofásica a tierra (L-G) y bifásica a tierra (L-L-G) con generación máxima y mínima) y se tomará IN>> igual a este valor multiplicado 1,3 veces.

Si el valor encontrado es superior a la mayor que la intensidad que mide el relé en estudio de todos los casos analizados para la barra en que se encuentra este relé, se desactivará esta.

Será preciso recorrer el anillo de red AT sometido a estudio, en ambos sentidos, para determinar los distintos IN>>.

- Tiempo de retardo (T>>): se ajustará en 0 segundos.

- Curva: tiempo definido.

En la tabla siguiente se resumen los ajustes tipo UFD de las funciones de protección principal descritas.

Tabla 7. Ajustes tipo UFD de funciones de protección con conexión en posición de línea.

Función 87L (diferencial de línea)	
Is1	$0,2 \times I_n (> 2,5 I_{cap})$
Is2	$2 \times I_n$
k1	30%
k2	150%
Función 21 (distancia escalonada)	
Datos necesarios	
Longitud (L1)	
Impedancia $Z_1(L1)$	
Impedancia $Z_0(L1)$	
Impedancia $Z_1(L2)$	
R1 (L sub.remota)	
Impedancia $Z_1(L3)$	
R2 (L sub.remota)	
Impedancia $Z_1(L4)$	
Rel.TIs	
Rel.TTs	
Rel.TT sinc. y ubicación	
ALCANCE INDUCTIVO	
Z1	$0,85 \times Z_1(L1)$
Z2	$Z_1(L1) + 0,5 \times Z_1(L2)$
Z3 y Z4	$Z_1(L1) + 1,5 \times Z_1(L3)$
Z5	$Z_1(L4)$



ALCANCE RESISTIVO	
R1	$5 \times X1$
R2	El menor de $5 \times X2$ $R1 \text{ (L3N sub.remota)}$
R3	El menor de $5 \times X3$ $R2 \text{ (L sub.remota)}$
R4	R_{lim}
R5	R_{lim}
TIEMPO DE DISPARO	
T1	0 ms
T2	400 ms
T3	800 ms
T4	800 ms si $R3 = R_{lim}$ 1500 ms si $R3 < R_{lim}$
T5	1500 ms
BANDA DE OSCILACIÓN DE POTENCIA	
Impedancia	1 Ohm
Desbloqueo - Intensidad residual - Intensidad de fase - Intensidad secuencia inversa	$0,1 \times I_n + 20\% I_{max}$ $6 \times I_n$ $0,1 \times I_n + 20\% I_{max}$
AJUSTES DE TELEPROTECCIÓN	
Red Mallada - Opción 1: Subalcance permisivo PUTT Transmisión - Opción 2: Sobrealcance permisivo POTT Transmisión - Temporización del bloqueo por inversión	$Z1$ $Z2$ 50 ms
Red Radial - Sobrealcance permisivo POTT	$Z1 + Wl \text{ (Weak Infeed)}$
COMPARACIÓN DIRECCIONAL	
Umbral de $I_{residual}$	$0,05 \times U_n$
Umbral de $I_{residual}$	$0,2 \times I_n$
Tiempo de operación	0 ms
Tipo de disparo	Tripolar
Canal de teleprotección	Independiente
Tipo de esquema	Permisivo
Temporización del bloqueo por inversión	50 ms
Función 3x51F (sobreintensidad de fases temporizada)	
$I >$	El menor de: $I_{m\acute{a}x \text{ línea}}$ $1,2 \times I_n \text{ TI Lin}$
k	$T = 0,8 \text{ s para } I_{cc3F \text{ max Lin}}$



Función 1x67N (sobreinintensidad direccional de neutro temporizada)	
IN>	El mayor de: 0,1 In _{Tl} 1,2 * IN _{>max Lin}
Tipo Curva	CEI Normal Inversa
k0	T = 0,3 + T _{LAT UFD} ≈ 1s para I _{cc1F max Lin}
Función 1x67N>> (sobreinintensidad direccional de neutro instantánea)	
IN>>	1,3 x I _{cc1F max Lin} (line out)
Tipo Curva	Tiempo definido
T>>	0 s

6.5. Calidad de Onda

La Ley 24/2013, en su artículo 51, incluye el concepto de calidad del producto dentro de las características técnicas de la calidad del suministro eléctrico. El RD 1955/2000, en su artículo 102, indica que “la calidad del producto hace referencia al conjunto de características de la onda de tensión, la cual puede verse afectada, principalmente, por las variaciones del valor eficaz de la tensión y de la frecuencia y por las interrupciones de servicio y huecos de tensión”. Recoge también que “para la determinación de los aspectos de la calidad de producto se seguirán los criterios establecidos en la norma UNE-EN 50160 o norma que la sustituya”.

Esta norma describe los principales fenómenos transitorios y no transitorios presentes en las redes de distribución, entre los cuales incluye interrupciones de corta duración, variaciones rápidas de tensión, desequilibrio, huecos y sobretensiones.

El RD 1955/2000, en su artículo 110, indica que “los usuarios de la red deberán adoptar las medidas necesarias para que las perturbaciones emitidas por sus instalaciones estén dentro de unos límites establecidos”. Estos límites están definidos en el artículo 104 de ese mismo RD.

Por otra parte, la compatibilidad electromagnética se define como la capacidad de cualquier equipo o sistema para funcionar de forma satisfactoria en su entorno electromagnético sin provocar perturbaciones intolerables para otros equipos situados en ese mismo entorno.

A este respecto, las instalaciones privadas y en su caso los equipos que la componen, están obligadas a cumplir la Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE, y por tanto el RD 186/2016 que la traspone, asegurando de esta manera que disponen de un adecuado nivel de inmunidad frente a perturbaciones exteriores, así como que no producen excesivas perturbaciones que puedan afectar a terceros o que repercutan en una deficiente calidad de tensión.

Además, las instalaciones particulares deberán cumplir con los requisitos establecidos a este respecto en los reglamentos electrotécnicos de alta y baja tensión, aprobados por RD 337/2014 y RD 842/2002, respectivamente, y sus modificaciones.



Por todo ello, para la determinación del punto de conexión, UFD considerará si las instalaciones a conectar a la red de distribución pueden emitir perturbaciones que afecten a la calidad de onda o calidad del producto recibido por otros clientes conectados a la misma red de distribución e impidan que se cumpla con los límites indicados en la normativa anterior. En caso de discrepancia resolverá el órgano competente de la Administración.

UFD podrá realizar un análisis de la calidad de onda de tensión en el punto de conexión, a fin de verificar que se respetan las características de tensión reglamentarias y asegurar que la instalación particular no afecta al resto de instalaciones conectadas por encima de los límites establecidos.

Con el objeto de realizar las pruebas y un eventual registro de la calidad de la onda de tensión en el punto de conexión, UFD podrá instalar un analizador de red debidamente calibrado. Las medidas deberán realizarse conforme a lo definido como Clase A en la norma UNE-EN 61000-4-30 “Métodos de medida de la calidad de suministro”.

En caso de incumplimiento de los límites establecidos, se deberá desconectar la instalación particular y realizar las modificaciones oportunas en la misma, para que se cumplan los reglamentos y normas en vigor. En este sentido, UFD pondrá en conocimiento de la Administración competente, quien podrá obligar a la realización de acciones correctoras a la instalación que origina las perturbaciones de la red, incluyendo la desconexión del suministro siguiendo los procedimientos y normativas en vigor.

Por otro lado, los clientes deberán establecer el conjunto de medidas que minimicen los riesgos derivados de la falta de calidad de suministro. En particular, las instalaciones particulares estarán diseñadas para funcionar con la calidad de suministro descrita en la norma UNE-EN 50160, pero si los parámetros de calidad descritos en esta norma no son suficientes para el cliente, su instalación dispondrá de los sistemas de alimentación ininterrumpida, de emergencia o filtrado que resulten necesarios para su correcto funcionamiento.

A continuación, se recoge el listado, no exhaustivo, de la normativa de referencia para evaluar los límites de emisión de perturbaciones hacia las redes de distribución de baja, media y alta tensión por parte de los clientes conectados a las mismas.

- **UNE-EN 50160** Características de la tensión suministrada por las redes públicas de electricidad.
- **UNE-EN 50549-2** Requisitos para centrales eléctricas destinadas a ser conectadas en paralelo con redes de distribución. Parte 2: Conexión a una red de distribución de MT. Centrales eléctricas hasta el tipo B inclusive.
- **UNE-IEC/TR 61000-3-6** Evaluación de los límites de emisión para las cargas perturbadoras conectadas a las redes de media y alta tensión.
- **IEC/TR 61000-3-7** Evaluación de los límites de emisiones para la conexión de instalaciones fluctuantes a sistemas eléctricos de media tensión y alta tensión.



- **IEC/TR 61000-3-13** Evaluación de los límites de emisiones para la conexión de instalaciones desequilibradas a sistemas eléctricos de media tensión y alta tensión.
- **UNE-EN 61000-4-30** Técnicas de ensayo y de medida. Métodos de medida de la calidad de suministro.

7. Relación de Anexos

- **Anexo 00:** Histórico de revisiones



Anexo 00: Histórico de revisiones

Edición	Fecha	Motivos de la edición y/ o resumen de cambios
1	27/09/2018	Primera edición. Se revisa y adecúa el documento a la nueva legislación aplicable vigente sobre acceso y conexión de generadores y consumidores. Como consecuencia: • Se incluye la referencia a toda la nueva legislación aplicable en el apartado 4.1 • Se modifican, en el apartado 6.2, los valores de potencia solicitada mínima para 132 kV por los fijados por las “Especificaciones de detalle para la determinación de la capacidad de acceso de generación a las redes de distribución” como capacidad mínima de acceso solicitada tanto para instalaciones de consumo como de generación. • Se elimina en el apartado 6.2 la referencia a los límites de potencia establecidos por RD 413/2014 y se aclara que prevalecerán los valores establecidos en las Especificaciones de detalle en cumplimiento del RD 647/2020, la Orden TED/749/2020, el RD 1183/2020, las Circulares 1/2021 y 1/2024 y las Resoluciones de 20 de mayo de 2021 y de 8 de junio de 2025, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. • Se modifica, en el apartado 6.2.2, el número de nudos no mallados entre nudos mallados, para adecuarlo a los fijados por las Especificaciones de Detalle para la determinación de la capacidad de acceso a las redes de distribución. • Se incluyen, en el apartado 6.4, las protecciones mínimas que debe tener la instalación de generación y los valores tipo de UFD para los ajustes de las mismas. • Se incluyen en el apartado 6.4 los requisitos a cumplir por SAV y anti-isla. • Se incluye en el apartado 6.4 la prohibición de acoplamiento de varios puntos de la red de distribución. • Se incluye mención expresa al almacenamiento, de forma que debe cumplir los requisitos establecidos
2	01/08/2025	



para las instalaciones de consumo en su condición de demanda y los de las instalaciones de generación en su modo de funcionamiento como generador.

Se desarrollan las protecciones necesarias para las posiciones de transformador y de línea y se indican los ajustes tipo UFD asociados.

Se indica de forma expresa que las instalaciones que se conecten a la red de UFD no pueden provocar perturbaciones que alteren la calidad de servicio del resto de los clientes, así como que deben estar preparadas para soportar perturbaciones inducidas dentro de los márgenes reglamentarios.

Se incluye un nuevo apartado de Calidad de Onda.

Se revisa que el documento sea coherente con el RD 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial, en lo que se refiere a los requisitos que deben cumplir las especificaciones particulares, adecuando la redacción de la introducción, sin encontrar nada en el resto del texto que entre en conflicto con él.

Se revisa y adecúa el texto a las especificaciones y proyectos tipo de UFD vigentes que son de aplicación, incluyendo en el apartado 4.2 la relación de los mismos y su mención expresa en los apartados correspondientes.

Se actualiza la razón social de UFD y se adapta el documento al formato y la codificación del sistema documental de UFD.