



**ADMINISTRACIÓN NACIONAL
DE USINAS Y TRANSMISIONES
ELÉCTRICAS**

Anexo 23: Red Eléctrica de Baja Tensión
--

Contenido

1	DESCRIPCIÓN GENERAL	3
1.1	Circuito de la fuente de Potencia Fotovoltaica (BT - CC)	3
1.2	Circuito BT (CA)	3
2	CONDICIONES DE DISEÑO	4
2.1	TENSIÓN MÁXIMA DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS	4
2.2	ESTIMACIÓN DE CORRIENTES Y CALIBRES DE CONDUCTORES	5
2.2.1	Cálculo de la corriente máxima del circuito	5
2.2.2	Capacidad de los conductores	5
2.2.3	Arreglos	6
2.3	PLACA CARACTERÍSTICA	6
2.4	IDENTIFICACIÓN	6
2.5	PROTECCIONES	7
2.5.1	Protecciones de sobrecorriente	8
2.5.2	Descargadores de Sobretensión	8
2.5.3	PROTECCIONES (CC)	9
2.5.4	PROTECCIONES BT (CA)	9
2.6	CANALIZACIONES	9
2.7	GUÍAS TÉCNICAS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES	9
3	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS	10
3.1	CABLES Y TERMINALES	10
3.2	PREPARACIÓN PARA EL EMBARQUE	10
4	PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE	10
4.1	Conexión de paneles fotovoltaicos	11
5	ENSAYOS DE INSPECCIÓN	12
5.1	PROTECCIONES	12

1 DESCRIPCIÓN GENERAL

La instalación eléctrica de la Planta Solar Fotovoltaica comprendida en el presente documento estará compuesta por:

Red de BT:

- A. Fuente de Potencia Fotovoltaica (CC)
- B. Inversores y sus circuitos

1.1 Circuito de la fuente de Potencia Fotovoltaica (BT - CC)

El circuito de corriente continua está formado por los equipos y cableado existentes hasta el inversor (paneles fotovoltaicos, conectores, fusibles, descargadores, etc.).

Se realizará un puente entre el terminal positivo de un módulo y el negativo del siguiente para conectar los paneles en serie (cadena) y alcanzar la tensión de trabajo del inversor en su zona de máximo rendimiento el mayor tiempo posible, cuidando que en ningún momento se sobrepasen los límites de tensión o corriente indicados por el fabricante.

1.2 Circuito BT (CA)

Está comprendido por los conductores de salida del inversor hasta la llegada del Tablero de BT del Centro de Transformación (CdT). En el mismo se instalarán los seccionamientos, protecciones, descargadores de sobretensión, puesta a tierra como se define en el presente volumen.

Los tendidos serán directamente enterrados, menos los que pueden ir por la estructura de los paneles, o no lo permita alguna interferencia, teniendo que prever canalizaciones en hormigón o tendidos aéreos.

2 CONDICIONES DE DISEÑO

Se debe prever el suministro de los materiales y equipos necesarios, construcción del proyecto instalación eléctrica de BT (CC y CA).

Todas las instalaciones y equipos eléctricos deberán ser diseñados, fabricados y puestos en funcionamiento de acuerdo con la normativa internacional IEC correspondiente y los requerimientos de los reglamentos de instalaciones de baja tensión de UTE y las normas de media y alta tensión (disponible en su página Web: www.ute.com.uy). En particular se deben cumplir con la norma IEC 62548 y cumplir las recomendaciones de IEC TS 62738 para el Sistema Solar Fotovoltaico.

No se admitirán empalmes en los cables de CA del parque.

Las conexiones de los cables de CC del parque se deberán realizar con conectores MC4 u equivalente.

Todos los conductores utilizados deberán contar con sus respectivos terminales.

Los conductores que estén expuestos a daños por roedores deberán contar con una protección contra roedores. Para estos efectos, podrá utilizarse conductores que incorporen dicha protección o deberán canalizarse.

En todos los tableros de BT y MT, celdas y cajas metálicas debe estar previsto el medio de conexión de un conductor de puesta a tierra de equipos.

El cableado y aterramiento de los paneles están en el alcance del contratista.

2.1 TENSIÓN MÁXIMA DE SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS

En circuitos correspondientes a la fuente de potencia fotovoltaica, la tensión máxima del sistema para dicho circuito deberá ser calculada como la tensión de circuito abierto de los paneles fotovoltaicos conectados en serie (cadena de paneles), corregidos a la temperatura de celda más baja de diseño.

Los rangos de niveles de tensión del sistema solar fotovoltaico se emplean para determinar la tensión nominal de cables, interruptores, elementos de sobrecorriente y otros equipos.

En cualquier caso, la tensión máxima de CC a la entrada del inversor (tanto de los arreglos como de la fuente de potencia fotovoltaica) del Sistema Solar Fotovoltaico conectado a la red eléctrica será 1500V.

La tensión en BT será la máxima tensión de salida de los inversores.

Los equipos y circuitos de CC deben considerar niveles de tensión máxima de 1500V.

2.2 ESTIMACIÓN DE CORRIENTES Y CALIBRES DE CONDUCTORES

2.2.1 Cálculo de la corriente máxima del circuito.

La máxima corriente para un circuito específico CC (el cual incluye los paneles fotovoltaicos, los circuitos fuente y de salida del sistema solar fotovoltaico) debe calcularse de acuerdo con los siguientes requerimientos:

1. Corrientes del circuito fuente fotovoltaico. La máxima corriente deberá ser la suma de las corrientes nominales de corto circuito de las cadenas conectadas en paralelo multiplicado por 125%.
2. Corriente de salida del circuito fotovoltaico. La máxima corriente deberá ser la suma de las corrientes máximas resultado del aporte de los circuitos fuente conectados en paralelo, tal como se calcularon en 1.
3. Corriente del circuito de salida del inversor. La máxima corriente debe ser la corriente nominal continua de salida del inversor
4. Corriente de salida de convertidores CC-CC. En estos dispositivos la máxima corriente deberá ser la corriente nominal continua de salida del convertidor CC-CC.

2.2.2 Capacidad de los conductores.

Las corrientes de un Sistema Solar Fotovoltaico, hasta el circuito de entrada del inversor, se considerarán continuas en CC. Las capacidades de corriente de los conductores no deberán ser menores que la más grande de las corrientes calculadas de las siguientes dos condiciones:

- A. 125% de la corriente máxima calculada en 1 antes de la aplicación de los factores de ajustes y corrección.
- B. La máxima corriente calculada en 1 después de la aplicación de los factores de ajuste y corrección.

Los conductores deberán tener además una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Las secciones de cables deben ser dimensionadas para asegurar una caída de tensión en ningún caso las siguientes condiciones:

- Tramos de cable en Corriente Continua, no debe superar el 1.5%.
- Tramos de cable en Corriente Alterna, no debe superar el 1.5% de la tensión de salida del inversor.

2.2.3 Arreglos

Cada cadena de paneles de la fuente de potencia fotovoltaica deberá conectarse al inversor en forma independiente, o sea que cada cadena se conecta directamente al inversor en positivo y negativo, sin ninguna conexión intermedia.

En los arreglos que, producto de su configuración, pueden generarse corrientes inversas, estas no deberán ser mayores que las corrientes inversas máximas que soportan los módulos o paneles fotovoltaicos, de lo contrario deberán ser limitadas mediante la utilización de diodos de bloqueo y protecciones de sobrecorriente (fusibles o interruptores automáticos).

Para los anteriores casos además se deben seguir las recomendaciones de la norma IEC 62548.

La interconexión de los paneles fotovoltaicos de la unidad de generación fotovoltaica y la salida de los mismos deberá realizarse mediante conectores que deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- i. Deberán ser a prueba de agua Tipo MC4 u equivalente, diseñado para aplicaciones de energía fotovoltaica, que cumpla con los requerimientos técnicos de la instalación, en conformidad a la norma IEC 62852.
- ii. Los conectores serán polarizados y de configuración que no permita intercambio con tomacorrientes de otros sistemas eléctricos en el predio.
- iii. Los conectores estarán contruidos e instalados de modo que eviten el contacto accidental de las personas con partes en tensión.

2.3 PLACA CARACTERÍSTICA

Cada equipo contará con una placa de características, escrita en idioma español o inglés, adosada a los mismos que contendrá toda la información relevante del equipo. El diseño y colocación de las placas de características se atenderá a lo dispuesto en las normas técnicas para cada equipo.

Las placas de características serán de acero inoxidable, bronce fundido o latón de tipo anticorrosivo, y se instalarán en todos los aparatos. La placa será fijada con remaches o tornillos, en idioma español con caracteres indelebles y no pintados.

2.4 IDENTIFICACIÓN

La identificación de los diferentes equipos y componentes deberán estar diseñados para soportar el paso del tiempo y las condiciones climáticas del sitio.

Los equipos y componentes deberán contar con la identificación requerida para prevenir

accidentes.

Los tableros contarán con una identificación en acrílico o similar donde conste la misma codificación que figure en los planos con la descripción correspondiente.

A su vez, los tableros estarán debidamente identificadas las distintas funciones, como ser: tableros de control, tableros de mandos, etc.

Toda porción de la instalación que pueda ser alimentada por la generación fotovoltaica deberá contar con señalización donde se indique la necesidad de aislar de las fuentes de energía eléctrica provenientes tanto de la Red de UTE como de la generación propia, antes de trabajar sobre la misma (Aviso de Doble alimentación – Generación Propia Instalada).



Cada cable será identificado por un código alfanumérico en cada uno de sus extremos, el cual será el mismo que figurará en los planos y demás documentación técnica. En caso que se necesite el uso de collarines o algún elemento similar deberán ser de material plástico y no inflamable.

Todo el cableado interno estará identificado en ambos extremos por collarines alfanuméricos. Estas identificaciones corresponderán con la documentación técnica.

2.5 PROTECCIONES

Las protecciones deben actuar para:

- Evitar que ocurran accidentes a las personas
- En caso de ocurrir un accidente a las personas; limitar las consecuencias
- Proteger los equipos
- Maximizar la continuidad de producción
- Cumplir con los requerimientos de red de UTE

Las instalaciones estarán equipadas con un sistema de protección que garantice su desconexión en caso de una falla en la red o fallas internas en la instalación, de manera

de garantizar la seguridad de las personas y que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

Las instalaciones deberán tener protección de falla a tierra para reducir el riesgo de incendio.

2.5.1 Protecciones de sobrecorriente

Las protecciones de sobrecorriente deben cumplir los siguientes requisitos:

- i. Todos los conductores se deben proteger contra sobrecorriente según su capacidad de corriente.
- ii. En serie con cada conductor de BT no puesto a tierra se debe conectar un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático.
- iii. Los dispositivos de protección contra sobrecorriente deben:
 - ser fácilmente accesibles
 - estar encerrados en armarios o cajas de corte o seccionamiento, no pueden estar expuestos a daños físicos
- iv. Se deben instalar medios de desconexión en el lado de la red de todos los fusibles en circuitos de más de 150V a tierra y fusibles en cartucho en los circuitos de cualquier tensión cuando sean accesibles a personas no calificadas, de modo que cada circuito protegido con fusible se pueda desconectar independientemente de la fuente de energía eléctrica.
- v. Todos los fusibles, porta fusibles y adaptadores deben estar rotulados con su corriente nominal.
- vi. Los interruptores automáticos de circuito deben ser de disparo libre y se deben poder abrir o cerrar manualmente.
- vii. Los interruptores automáticos de circuitos deben estar rotulados con su corriente nominal de forma duradera y visible después de instalarlos.
- viii. Los interruptores automáticos de circuitos deben estar rotulados con una tensión nominal no menor a la tensión nominal del sistema, que sea indicativa de su capacidad de interrumpir corrientes de falla entre fases o entre fase y tierra.

2.5.2 Descargadores de Sobretenión

Se deberá instalar descargadores de sobretenión (en todas las cajas y tableros):

- A la salida de cada inversor.
- En los tableros donde se instalen las interfaces/tarjetas de comunicación.

2.5.3 PROTECCIONES (CC)

Las protecciones de CC deberán estar incorporadas a los inversores. Referirse al anexo 21 de Inversores del presente pliego de contratación.

2.5.4 PROTECCIONES BT (CA)

La arquitectura de los circuitos de salida de los inversores se conectará a un tablero de protección en los transformadores de potencia BT/MT del CdT.

2.6 CANALIZACIONES

Las canalizaciones deberán cumplir las siguientes condiciones.

- Profundidad mínima arriba de conductores y/o caños: 80cm.
- Se admite considerar caños de PEAD.
- Área libre en caños debe ser no menor a 40%.
- De contener, Arena, Placa de protección, Cinta de señalización, Mojones, Cámaras, etc.
- Se deberá compactar los áridos utilizados para asegurar que la compactación de las canalizaciones es similar al terreno circundante.

2.7 GUÍAS TÉCNICAS, NORMAS Y ESPECIFICACIONES

Se deberán cumplir en particular las siguientes normas técnicas.

- Reglamento de Baja Tensión (<https://portal.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/tecnicos-y-firmas-instaladoras/reglamento-de-baja-tension>)
- Normas técnicas (<https://www.ute.com.uy/clientes/tramites-y-servicios/normalizacion-tecnica>)
- UNE EN 50618
- IEC 60364
- IEC 61439-1.
- IEC 61643-11, EN 50539-11 o equivalente.
- Cumplir las recomendaciones de IEC TS 62738
- IEC 62548.
- IEC 62852.

3 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE SUMINISTROS

Todos los equipos y materiales de la fuente de potencia fotovoltaica deberán estar debidamente certificados e identificados para ser empleados en este tipo de instalaciones fotovoltaicas de CC (se solicitará por cada equipo su certificado de conformidad de producto).

3.1 CABLES Y TERMINALES

Los cables utilizados para conectar los paneles solares, entre si y hasta el inversor, deben ser conductores tipo fotovoltaicos (cable solar), deben cumplir las normas IEC-50618 y IEC 62930, de conductor de cobre estañado y deberán resistir las exigentes condiciones ambientales que se producen en cualquier tipo de instalación fotovoltaica.

3.2 PREPARACIÓN PARA EL EMBARQUE

El embalaje de los equipos deberá estar acondicionado para todas las solicitudes derivadas del transporte y movimiento a la que son sometidas. El contratista será responsable de cualquier daño que resulta de un embalaje inapropiado.

Todo embalaje de madera utilizado, ya sean cajas, cajones, pallets, bobinas o cualquier estructura de madera deberá estar certificado de acuerdo a lo establecido en la Norma Internacional de Medidas Fitosanitarias (NIMF) N°15.

4 PROCEDIMIENTOS DE MONTAJE

Todo el cableado interno estará identificado en ambos extremos por collarines alfanuméricos. Estas identificaciones corresponderán con la documentación técnica.

Para los cables de BT los colores de los cables de potencia respetarán el código de colores establecido por el Reglamento de Distribución de UTE: fase R en rojo; fase S en blanco, fase T en marrón, neutro en azul claro y Amarillo-Verde para los conductores de puesta a tierra.

Los conductores y conexiones eléctricas no deben quedar sometidos a esfuerzos mecánicos permanentes ni accidentales. Se tomarán las medidas necesarias para evitar que los conductores o barras de conexión, ejerzan esfuerzos innecesarios sobre los terminales de conexión, no debiendo superar los esfuerzos máximos admisibles en cada caso.

Los cables de cierre de las series de paneles discurrirán sujetos a la estructura soporte mediante collarines de tal forma que se propicie un correcto peinado de los cables que

conforman las cadenas. En todos los casos los materiales utilizados para la canalización deben ser no propagadores de llama y tener una vida útil mínima de 30 años.

La conexión de bajada a la toma de tierra se hará lo más corta posible y sin ángulos pronunciados.

El montaje se realizará respetando todas las indicaciones y recomendaciones elaboradas en la documentación técnica, así como todos los requisitos previstos en el presente anexo.

En todos los casos el montaje de los equipos se realizará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante contenidas en sus correspondientes manuales.

En todos los casos los cables deberán estar adecuadamente “peinados” y ordenados dentro de sus respectivas canalizaciones. A su vez, los cables de CC y CA irán tendidos separadamente.

Los tendidos entre los paneles e inversores se podrán realizar utilizando la estructura y los soportes de paneles. Para realizarlo no se podrá dañar el tratamiento galvanizado de las estructuras por lo que no se permitirá soldar, taladrar ni cortar las estructuras.

4.1 Conexión de paneles fotovoltaicos

La instalación del módulo se realizará de manera que:

- a) El módulo solar se instalará y almacenará de conformidad con las normas internacionales y los requisitos del fabricante.
- b) En los trabajos de limpieza y mantenimiento, se debe asegurar que la conexión a tierra no está interrumpida o dañada.
- c) Con el fin de minimizar las pérdidas por desacople, los paneles se agruparán e instalarán en series atendiendo a la potencia nominal e intensidad máxima proporcionada por el fabricante.
- d) Para realizar las asociaciones entre paneles fotovoltaicos se utilizará cable solar asimétrico en longitud y con baja resistencia al contacto.

El contratista deberá cablear todos los paneles entre si y hacia los inversores.

5 ENSAYOS DE INSPECCIÓN

Los ensayos de inspección se realizarán según las normas IEC de referencia y los protocolos deberán ser entregados a UTE para su análisis, previo a la realización de los mismos.

Se realizarán todos los ensayos de rutina y muestreo de los cables de acuerdo a las Normas IEC en vigencia, en particular las Normas IEC 60502 y IEC 60227. Así como todos los ensayos previstos en el presente anexo.

En particular se entregarán protocolos de ensayo de propagación de llama, según IEC 60332-3.

Se efectuarán asimismo medidas de la resistencia eléctrica en corriente continua y de la impedancia de transferencia de las pantallas eléctricas, de acuerdo con alguna Norma reconocida.

Para otros tipos de ensayos, podrán usarse también otras normas de referencia como ser IEC 60811.

5.1 PROTECCIONES

En las pruebas de recepción se deberán comprobar todas las funcionalidades requeridas del sistema de protecciones. UTE se reserva el derecho de realizar pruebas donde se simulen fallas para comprobar el comportamiento del sistema.