ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

¨CONSTRUCCIÓN DE AUTOGENERADORES SOLARES FOTOVOLTAICOS EN INSTITUCIONES PÚBLICAS DEL MUNICIPIO DE SAMACÁ, BOYACÁ¨
BPIN 2025158460002

AGPE PATR 100kW

Ingeniera Electricista
Lizeth Dayana Gamboa López

CN205-153974

SEPTIEMBRE 2025

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

Índice de Contenido

1. INTRODUCCIÓN 3
1. MODULOS FOTOVOLTAICOS 3
2. INVERSOR 4
3. ESTACION METEOROLOGICA 6

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

0. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde a las especificaciones técnicas detalladas de los equipos principales que se requieren para la ejecución del proyecto del autogenerador de 100kW ac.

1. MODULOS FOTOVOLTAICOS

El módulo fotovoltaico seleccionado para el sistema de autogeneración corresponde al modelo Trina Solar Vertex NEG21C.20 en su versión de 710 Wp de alta potencia, el cual integra tecnología N-Type i-TOPCon y diseño bifacial de doble vidrio. Este módulo de última generación ha sido diseñado para maximizar la eficiencia y garantizar un desempeño confiable a lo largo de su vida útil, constituyéndose en una solución idónea para proyectos de mediana y gran escala. La tecnología i-TOPCon incorpora una capa de óxido ultradelgada y contactos pasivados que mejoran la pasivación superficial de las celdas, reducen las pérdidas por recombinación y elevan la eficiencia de conversión. El diseño half-cut o de media celda disminuye las pérdidas óhmicas internas, optimiza la disipación térmica y aumenta la tolerancia frente a microfisuras, extendiendo la vida útil del módulo. Su configuración bifacial de doble vidrio permite además aprovechar la radiación reflejada por el suelo, generando una ganancia de energía adicional estimada entre el 10 % y el 20 % dependiendo de las condiciones del emplazamiento. Además, el diseño de tensión optimizada facilita la conformación de cadenas más largas o con mayor potencia, mejorando el aprovechamiento de la infraestructura eléctrica del sistema. En condiciones estándar de ensayo (1000 W/m², 25 °C, AM 1.5), el módulo ofrece una potencia nominal de 710 Wp, con una tensión en punto de máxima potencia de aproximadamente 41,1 V, corriente en punto de máxima potencia cercano a 17,28 A, tensión de circuito abierto de 49,2 V y corriente de cortocircuito de 18,44 A, alcanzando una eficiencia de conversión cercana al 23 %. Sus coeficientes de temperatura son –0,29 %/°C para la potencia, –0,24 %/°C para la tensión de circuito abierto y +0,04 %/°C para la corriente de cortocircuito, lo que garantiza un comportamiento estable en condiciones de alta radiación y temperatura. Bajo condiciones de operación nominales (NOCT: irradiancia de 800 W/m², temperatura ambiente 20 °C y viento de 1 m/s), el módulo entrega una potencia ligeramente inferior a la nominal, ajustada según las curvas características proporcionadas por el fabricante. Desde el punto de vista mecánico, el módulo presenta unas dimensiones de 2 384 × 1 303 × 33 mm, un peso aproximado entre 38,3 y 38,7 kg, y una configuración de 132 celdas distribuidas en formato 6 × 22 por cara. El vidrio frontal de 2,0 mm es templado con cobertura antirreflectante y el vidrio posterior, también de 2,0 mm, es templado y transparente. El marco de aleación de aluminio anodizado de 33 mm proporciona rigidez estructural y resistencia frente a cargas de viento y nieve. La caja de conexiones cuenta con grado de protección IP68 e integra tres

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

diodos de derivación, mientras que el cableado consta en conductores de 4,0 mm² con una longitud estándar de 1 400 mm y conectores MC4 EVO2 o equivalentes.El módulo admite tensiones máximas de sistema de hasta 1 500 V CC y requiere fusibles en serie de hasta 35 A, con tolerancia de potencia 0 / +5 W, garantizando siempre al menos la entrega de la potencia nominal declarada. Su rango de operación se extiende desde –40 °C hasta +85 °C, lo que lo hace apto para diversas condiciones ambientales. Trina Solar respalda este producto con una garantía de 12 años sobre defectos de fabricación y una garantía de salida de potencia lineal de 30 años, en la cual se especifica una degradación máxima del 1 % en el primer año y de 0,4 % anual entre los años 2 y 30, asegurando al final del periodo una potencia mínima garantizada del 87,4 % del valor nominal. El módulo cumple con las principales normativas internacionales del sector fotovoltaico, entre ellas IEC 61215 (rendimiento y durabilidad), IEC 61730 (seguridad eléctrica), IEC 61701 (resistencia a niebla salina) e IEC 62716 (resistencia a ambientes con amoníaco). Asimismo, el fabricante cuenta con certificaciones de calidad y gestión ambiental como ISO 9001 e ISO 14001, que garantizan procesos de producción controlados y sostenibles. En conclusión, el Trina Solar Vertex NEG21C.20 de 710 Wp constituye un módulo de última generación que combina eficiencia, robustez, confiabilidad y garantía a largo plazo, siendo una solución técnica altamente adecuada para sistemas de autogeneración y plantas fotovoltaicas de gran exigencia.

2. INVERSOR

Inversor Huawei SUN2000-100KTL-M2

El Huawei SUN2000-100KTL-M2 es un inversor solar trifásico tipo string, sin transformador, diseñado para aplicaciones de autogeneración fotovoltaica a gran escala y proyectos comerciales conectados a la red eléctrica. Su función principal es convertir la energía de corriente continua (CC), generada por los módulos fotovoltaicos, en energía de corriente alterna (CA) de alta calidad para su inyección en la red.

Este modelo se caracteriza por una elevada eficiencia de conversión, alcanzando hasta un 98,8% a 480 V , lo que asegura un óptimo aprovechamiento de la energía producida. Incorpora diez seguidores independientes del punto de máxima potencia (MPPT), con capacidad para conectar hasta veinte cuerdas, permitiendo ajustes flexibles y maximizando la captación de energía aun en condiciones de sombreado parcial o variaciones de irradiancia.

En cuanto a la entrada de corriente continua, el equipo soporta una tensión máxima de 1,100

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

Vdc , con un rango operativo de 200 a 1,000 Vdc. La tensión nominal de operación es de 600 Vcc para sistemas de 400 Vac y 720 Vcc para sistemas de 480 Vac. Cada MPPT admite una corriente de hasta 30 A, con una corriente máxima por cadena de 20 A y una corriente de cortocircuito máxima por MPPT de 40 A.

Respecto a la salida, el inversor entrega una potencia activa nominal de 100 kW , con capacidad máxima de hasta 110 kW . Opera en tensiones trifásicas de 380, 400 o 480 V , con una frecuencia nominal de 50/60 Hz . El rango de ajuste del factor de potencia va de 0.8 inductivo a 0.8 capacitivo , manteniendo un nivel de distorsión armónica total (THD) inferior al 3%, lo que garantiza una inyección estable y de calidad en la red.

El SUN2000-100KTL-M2 está equipado con sistemas de protección avanzados, entre los que se incluyen: anti-isla, protección contra sobrecorriente en AC, protección contra polaridad inversa en DC, monitoreo de fallas de aislamiento, detección de corriente residual, así como descargadores de sobretensión (SPD) tipo II en AC y DC. Además, incorpora protección contra arco eléctrico (AFCI) y un sistema inteligente de desconexión a nivel de cuerda. Su grado de protección IP66 lo hace apto para instalación en exteriores, incluso en ambientes exigentes.

En materia de comunicación y monitoreo, el equipo dispone de indicadores LED y es compatible con interfaces RS485, USB y MBUS , además de opciones de conectividad inalámbrica mediante Smart Dongle (WLAN o 4G). El inversor se integra de forma nativa con la plataforma Huawei FusionSolar , lo que permite la supervisión remota, el diagnóstico de curvas IV y el análisis predictivo de fallos, facilitando la operación y el mantenimiento de la planta.

El rango de operación ambiental es amplio, soportando temperaturas entre -25 °C y +60 °C , altitudes de hasta 4,000 msnm y una humedad relativa de 0 a 100% sin condensación. La disipación de calor se realiza mediante un sistema de ventilación inteligente, que ajusta la velocidad de los ventiladores de acuerdo con la carga y la temperatura, prolongando la vida útil del equipo y reduciendo la necesidad de mantenimiento.

Desde el punto de vista mecánico, el inversor presenta unas dimensiones de 1.035 × 700 × 365 mm y un peso de 93 kg incluyendo la placa de montaje. Puede instalarse tanto en muros como en soportes, siempre sobre superficies sólidas y niveladas. Los conectores de entrada DC corresponden al estándar Amfenol Helios H4, compatibles con Staubli MC4, mientras que la salida AC utiliza conectores impermeables con terminal tipo OT/DT.

El mantenimiento es reducido gracias a las funciones de autodiagnóstico y monitoreo

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

remoto, aunque se recomienda realizar inspecciones preventivas periódicas. El diseño modular facilita la sustitución de ventiladores y componentes críticos.

El fabricante ofrece una garantía estándar de 5 años , ampliable hasta 20 años, con una vida útil estimada superior a 25 años bajo condiciones de operación adecuadas.

En conclusión, el Huawei SUN2000-100KTL-M2 es un inversor robusto, eficiente y seguro, que combina tecnología avanzada, alta confiabilidad y facilidad de operación, lo que lo convierte en una solución ideal para proyectos de autogeneración que requieren cumplir con estándares internacionales y asegurar el máximo rendimiento energético a largo plazo.

3. ESTACION METEOROLOGICA

La estación meteorológica debe estar conformada por un conjunto de sensores y dispositivos electrónicos de alta precisión, diseñados para la medición continua y confiable de variables ambientales y de recurso solar en proyectos de generación fotovoltaica. Su configuración garantiza la recolección de datos críticos para el análisis del desempeño energético, la validación del recurso y la optimización de la operación y el mantenimiento de la planta.

El sistema incluye un piranómetro SMP10-A Smart Pyranometer , desarrollado por Kipp & Zonen y distribuido por Hach, clasificado como Clase A bajo la norma ISO 9060:2018 e IEC 61724-1 . Este dispositivo está diseñado para la medición precisa de irradiancia solar global, con rango espectral de 285 a 2800 nm y capacidad de medición de hasta 4000 W/m². Su linealidad es mejor que ±0,2 % y ofrece un tiempo de respuesta típico de 0,7 segundos para alcanzar el 63 % de la señal, lo que lo convierte en un sensor adecuado para monitoreo de planta en tiempo real. Cuenta con salidas analógicas 4–20 mA y digital Modbus RS-485, alimentación en rango de 5 a 30 VDC y consumo inferior a 100 mW, lo que asegura compatibilidad con registradores de bajo consumo. El SMP10 dispone de un desecante interno con vida útil estimada de hasta 10 años, lo que minimiza las tareas de mantenimiento, y posee compensación automática de temperatura para mantener la estabilidad en ambientes extremos. La estabilidad a largo plazo es mejor al 0,5 % anual, y los errores por cambios térmicos son menores a 2 W/m², garantizando confiabilidad en la validación de la producción y en el cálculo del índice de rendimiento (PR).

Complementando esta medición, la estación integra un sensor meteorológico WS601 de Lufft , dispositivo compacto que combina en un único cuerpo la medición ultrasónica de velocidad y dirección del viento con sensores internos para temperatura del aire, humedad

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

relativa, presión barométrica y detección de precipitación. Este sensor no tiene partes móviles, lo que asegura mayor vida útil y menor necesidad de mantenimiento. Dispone de comunicación digital Modbus RS-485, es compatible con sistemas SCADA o dataloggers industriales y se suministra con diez metros de cable. Su diseño robusto permite el funcionamiento en condiciones climáticas adversas y cuenta con la opción de calefacción interna para evitar acumulación de nieve o hielo en regiones frías, asegurando la continuidad de la medición en cualquier escenario ambiental.

Para la medición de irradiancia en plano de disposición, se incorpora la celda de referencia MBMet-501-EB, un sensor de silicio diseñado específicamente para reproducir las condiciones de operación de los módulos fotovoltaicos. Este equipo incluye una entrada para RTD o PT100, dos entradas analógicas 4–20 mA, una entrada digital y una entrada resistiva para sensor de viento, además de una salida digital Modbus RS-485. Se suministra con cable de 5 metros y está calibrado para registrar valores de irradiancia hasta 1500 W/m² con la exactitud requerida para análisis de Performance Ratio y comparaciones con la generación real de la planta. Su robustez y versatilidad lo convierten en un elemento esencial de validación en campo.

La medición de temperatura en los módulos se realiza mediante el sensor MBMet-803-5000 , el cual utiliza un elemento RTD PT100/PT1000 Clase A encapsulado para garantizar estabilidad y precisión. Este sensor se entrega con cable de 5 metros y salida digital Modbus RS-485, diseñado para fijarse directamente en la parte posterior de un módulo fotovoltaico. Sus registros permiten calcular con exactitud el efecto de la temperatura en el rendimiento eléctrico, corrigiendo parámetros de voltaje y corriente, y proporcionando información clave para la evaluación de pérdidas térmicas y el análisis del desempeño del sistema.

Como elemento de integración y protección, la estación incorpora una Junction Box DT ACC , que centraliza todas las señales de los sensores, organiza el cableado en borneras Modbus y proporciona protección contra sobretensiones transitorias mediante dispositivos SPD. Esta caja facilita la instalación, simplifica el mantenimiento y asegura la confiabilidad de las comunicaciones en el bus RS-485, además de proteger la instrumentación frente a perturbaciones eléctricas comunes en ambientes industriales y de campo.

El suministro de la estación incluye cables de conexión estándar, soportes de montaje y accesorios necesarios para la instalación. Los sensores están preparados para operar en un rango de temperatura ambiente de –40 °C a +85 °C, soportando severas condiciones de radiación solar, viento, lluvia, polvo y humedad, con grados de protección adecuados que garantizan su funcionamiento continuo en exteriores.

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

Todos los equipos cumplen con las normativas internacionales aplicables al monitoreo en sistemas fotovoltaicos, entre ellas ISO 9060:2018, IEC 61724-1 e IEC 60904-2 , además de certificaciones de calidad y gestión ambiental de sus fabricantes como ISO 9001 e ISO 14001 . El fabricante recomienda la calibración inicial trazable y la recalibración periódica de los sensores de irradiancia cada dos a cinco años, de acuerdo con las condiciones del emplazamiento, así como el mantenimiento preventivo anual consistente en limpieza de domos ópticos y verificación de conexiones.

En conclusión, la estación meteorológica compuesta por el piranómetro SMP10-A, el sensor meteorológico multiservicio WS601, la celda de referencia MBMet-501-EB, el sensor de temperatura de módulo MBMet-803-5000 y la Junction Box de integración, constituyen una solución técnica robusta y necesaria para la caracterización del recurso solar y de las condiciones ambientales en plantas fotovoltaicas. Su diseño con salidas estandarizadas, protección integrada y bajo mantenimiento asegura la confiabilidad de los datos y facilita su integración en sistemas de adquisición de información y plataformas SCADA, garantizando así el soporte adecuado para el análisis de desempeño y la operación eficiente de proyectos de autogeneración solar.

4. ESPECIFICACIONES GENERALES

Conductor 2/0 AWG Cobre Desnudo para sistema de puesta tierra.

El conductor 2/0 AWG cobre desnudo está fabricado en cobre electrolítico de alta pureza (≥ 99,9 %), sin recubrimiento aislante, cumpliendo con las normas ASTM B1 y ASTM B8, así como con la NTC 1329 y el RETIE. Se suministra generalmente en temple suave, en construcción cableada concéntrica de 7 hilos, lo que facilita su manipulación e instalación en mallas, bajantes.
Este conductor está diseñado para garantizar una baja resistencia eléctrica y alta conductividad, asegurando la correcta disipación de corrientes de falla y descargas atmosféricas hacia el terreno. Su uso es esencial en sistemas de protección eléctrica, seguridad de personas y preservación de equipos en subestaciones, redes de distribución, plantas fotovoltaicas y sistemas industriales.

Soldadura exotérmica
La soldadura exotérmica de 90 gramos es un material compuesto a base de una mezcla aluminotérmica predosificada en cápsulas individuales, diseñada para la realización de uniones eléctricas permanentes en sistemas de puesta a tierra. Su principio de funcionamiento se basa en una reacción exotérmica controlada que alcanza temperaturas

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

aproximadas de 1.400 °C, lo cual permite fundir y fusionar los conductores de cobre o cobre con acero galvanizado en u.

El producto se suministra en cargas de 90 g, dosificadas según el tipo de molde y calibre del conductor, garantizando la correcta cantidad de material para la reacción y evitando desperdicios. Cada cápsula incluye polvo de ignición en la parte superior para facilitar el encendido.

Las uniones obtenidas con soldadura exotérmica presentan una resistencia mecánica igual o superior a la del conductor base, así como una conductividad eléctrica permanente, equivalente a la del cobre electrolítico, sin riesgo de aflojamiento, corrosión galvánica o incremento de resistencia de

Este tipo de soldadura cumple con los requisitos de la norma IEEE Std 837 para conexiones RETIE

El uso de soldadura exotérmica de 90 g, combinado con moldes de grafito adecuados al tipo de unión requerido (cruz, “T”, paralela varilla), asegura conexiones de alta confiabilidad, sin necesidad de mantenimiento y con vida útil igual a la del conductor.

Varilla Copperweld de 5/8" en cobre

La varilla Copperweld de 5/8" en cobre, con longitud de 2,40 metros, es un electrodo de puesta a tierra de alta resistencia mecánica y excelente conductividad eléctrica, diseñado para garantizar la correcta disipación de corrientes de falla y descargas atmosféricas al terreno. Está conformada por un núcleo central de acero de alta resistencia recubierto por una capa electrolítica de cobre puro, aplicada mediante proceso de electrofusión, lo cual asegura una unión metalúrgica permanente entre ambos materiales.
La combinación del núcleo de acero y el recubrimiento de cobre proporciona una varilla con gran rigidez mecánica, adecuada para resistir esfuerzos de hincado en terrenos duros, y al mismo tiempo con la conductividad necesaria para optimizar el desempeño del sistema de puesta a tierra.
El recubrimiento de cobre presenta un espesor uniforme que protege contra la corrosión galvánica y alarga la vida útil del electrodo incluso en suelos agresivos.
La varilla de 5/8" (15,9 mm de diámetro nominal) y 2,40 m de longitud cumple con los requisitos de la norma **UL 467.**

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

Cable solar 4 mm²

El cable solar fotovoltaico de 4 mm² está diseñado específicamente para la interconexión de módulos solares y sistemas de generación fotovoltaica, cumpliendo con las exigencias de seguridad, eficiencia y durabilidad establecidas por las normas internacionales. Está fabricado con conductor de cobre electrolítico estañado, altamente flexible, clase 5 según IEC 60228, lo que garantiza una excelente conducción.
El aislamiento y la cubierta están elaborados en compuestos libres de halógenos y resistentes a la radiación UV, la intemperie, el ozono y la humedad, lo que permite su uso en ambientes exteriores bajo condiciones extremas de temperatura. Su rango de operación se encuentra entre -40 °C y +90 °C en servicio continuo, con capacidad de soportar hasta 120 °C en condiciones
El cable solar de 4 mm² soporta una tensión máxima de operación de 1.000 V CC (EN 50618) y hasta 1.500 V CC (IEC 62930 / TÜV), lo que lo hace adecuado para instalaciones fotovoltaicas de media y gran escala. Presenta baja emisión de humos, gases tóxicos y corrosivos en caso de incendio, cumpliendo con requisitos de
Su construcción garantiza una vida útil mínima de 25 años en operación continua en campo solar, con un desempeño confiable en climas tropicales, zonas desérticas y ambientes húmedos. El cable se instala normalmente con conectores tipo MC4 y es apto tanto para tendido en bandejas, ductos y canalizaciones

DPS Solar DC 2P 1000 Vdc 20/40 kA

El DPS Solar DC 2P 1000 Vdc 20/40 kA es un dispositivo de protección contra sobretensiones transitorias diseñado específicamente para sistemas fotovoltaicos de corriente continua. Su función principal es proteger los equipos del sistema, incluidos inversores y módulos fotovoltaicos, frente a descargas atmosféricas indirectas y maniobras eléctricas que generan picos de tensión, asegurando la continuidad de operación y la seguridad.

Este dispositivo está configurado en dos polos (positivo y negativo), adecuado para sistemas de hasta 1.000 Vdc, con una capacidad nominal de descarga de 20 kA por polo y capacidad máxima de impulso de 40 kA según IEC 61643-31. La respuesta del DPS es extremadamente rápida, permitiendo desviar de manera eficiente las sobretensiones antes de que afecten a los componentes críticos del sistema.

El DPS Solar cuenta con indicadores visuales que señalan el estado operativo del dispositivo, permitiendo identificar fácilmente cuando requiere reemplazo. Su encapsulado está

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com

fabricado en material termoplástico autoextinguible, resistente a radiación UV y condiciones de intemperie, garantizando su desempeño en instalaciones exteriores.

El dispositivo cumple con las normas internacionales de calidad y seguridad, incluyendo IEC 61643-31 y UL 1449, así como con los requisitos del RETIE para sistemas de generación fotovoltaica en Colombia.

Calle 98 #8-28 Piso 4 Edif. Ocho 28, oficina 401.
Bogotá D.C - Colombia
3107601391 - 3107602675
ww.femenergía.com