



Informe de Determinación de
Mínimos Técnicos en unidades
generadoras.



CONTRATISTA

CLIENTE

“Ingeniería y estudios Proyecto La Cruz”



Descripción:

Informe de Determinación de Mínimos Técnicos en unidades generadoras.

Nº Documento:

20010-01-ES-IT-011

X-ELIO

S/N

GRUPO ORTIZ

Revisión N°:

B

Fecha

08/02/2022

REVISIONES DEL DOCUMENTO

Nº REVISIÓN	FECHA	MOTIVO DE LA REVISIÓN
A	31/01/2022	Emitido Para Coordinación Interna
B	08/02/2022	Emitido Para Revisión Cliente

VALIDACIONES DEL DOCUMENTO

EMITIDO POR:

REVISADO POR:

I-SEP

GRUPO ORTIZ



P20010

INGENIERÍA Y ESTUDIOS PROYECTO LA CRUZ

Informe de Determinación de Mínimos Técnicos en unidades generadoras.

I-SEP Ingenieros SpA

Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

Padre Mariano 82
Oficina 603
Providencia, Santiago
Chile

+56 2 2604 8635

www.i-sep.cl
empresa@i-sep.cl

REVISIÓN	PREPARADO POR	FECHA	REVISADO POR	FECHA	COMENTARIOS
Rev.A	Eduardo Valdenegro P.	31-01-2022	I-SEP	03-02-2022	Revisión interna
Rev.B	Eduardo Valdenegro P.	08-02-2022			Revisión cliente

CONTENIDOS

1. IDENTIFICACIÓN	4
2. INTRODUCCIÓN	4
3. OBJETIVOS Y ALCANCE	6
4. ANTECEDENTES.....	6
5. PARÁMETROS DE LAS INSTALACIONES.....	7
5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	7
5.2. PARÁMETROS DEL PARQUE FOTOVOLTAICO LA CRUZ SOLAR.	8
5.3. LÍNEA 1x220 kV LA CRUZ SOLAR – T.O. LA CRUZ	8
5.4. PARÁMETROS PF LA CRUZ SOLAR	10
5.4.1. TRANSFORMADOR ELEVADOR 220/33 kV.....	10
5.4.2. INVERSORES PF LA CRUZ SOLAR.....	11
5.4.3. TRANSFORMADORES 33/0,66 kV	12
5.4.4. CABLES Y CONDUCTORES DE MT DEL PF LA CRUZ SOLAR.....	13
5.4.5. TRANSFORMADOR ZIG-ZAG	15
5.4.6. TRANSFORMADOR ELEVADOR 220/33 kV.....	15
6. REVISIÓN NORMATIVA	16
7. DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO	17
7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN	17
7.2. CÁLCULO MÍNIMO TÉCNICO	18
8. CONCLUSIONES	21
9. ANEXOS	22
ANEXO I	RESULTADOS COMPUTACIONALES EN POWERFACTORY
ANEXO II	CERTIFICADOS DEL EQUIPO DE MEDICIÓN
ANEXO III	REGISTRO DE CONSUMO LOS SERVICIOS AUXILIARES
ANEXO IV	REGISTRO DE MEDICIONES MÍNIMO TÉCNICO

1. IDENTIFICACIÓN

◆ Nombre del Proyecto	:	Parque Fotovoltaico La Cruz Solar
◆ Numero Único de Proyecto (NUP)	:	1923
◆ Empresa Propietaria del Proyecto	:	Fotovoltaica Norte Grande 1 SpA

2. INTRODUCCIÓN

La sociedad Fotovoltaica Norte Grande 1 SpA se encuentra desarrollando los estudios de conexión del PF La Cruz Solar NUP 1923, el cual se ubicará en la comuna de María Elena, en la Provincia de Antofagasta, Chile, y su fecha estimada de puesta en servicio es para fines de febrero del 2022. El parque está conformado por un total de 15 inversores de 3,630 kVA nominales, alcanzando una potencia nominal instalada del parque igual a 54,45 MW. La energía producida se inyectará al Sistema Eléctrico Nacional, mediante una línea que comienza en la subestación elevadora La Cruz y se extiende hasta la subestación existente Tap Off La Cruz 220 kV.

En este contexto, Fotovoltaica Norte Grande 1 SpA adjudicó a I-SEP el desarrollo del informe de mínimo técnico, requerido por el Coordinador Eléctrico Nacional (desde ahora CEN) para la entrada en operación del PF La Cruz Solar, el cual tiene por objetivo determinar el mínimo técnico global del parque, considerando la totalidad de unidades generadoras.

En la Figura 2-1, se muestra el Diagrama Unilineal Simplificado de la zona donde se conectará el proyecto en estudio. En **rojo** se demarca la incorporación del nuevo proyecto PF La Cruz Solar. Además, en la Figura 2-2 se detalla el sistema colector de la PF La Cruz Solar.

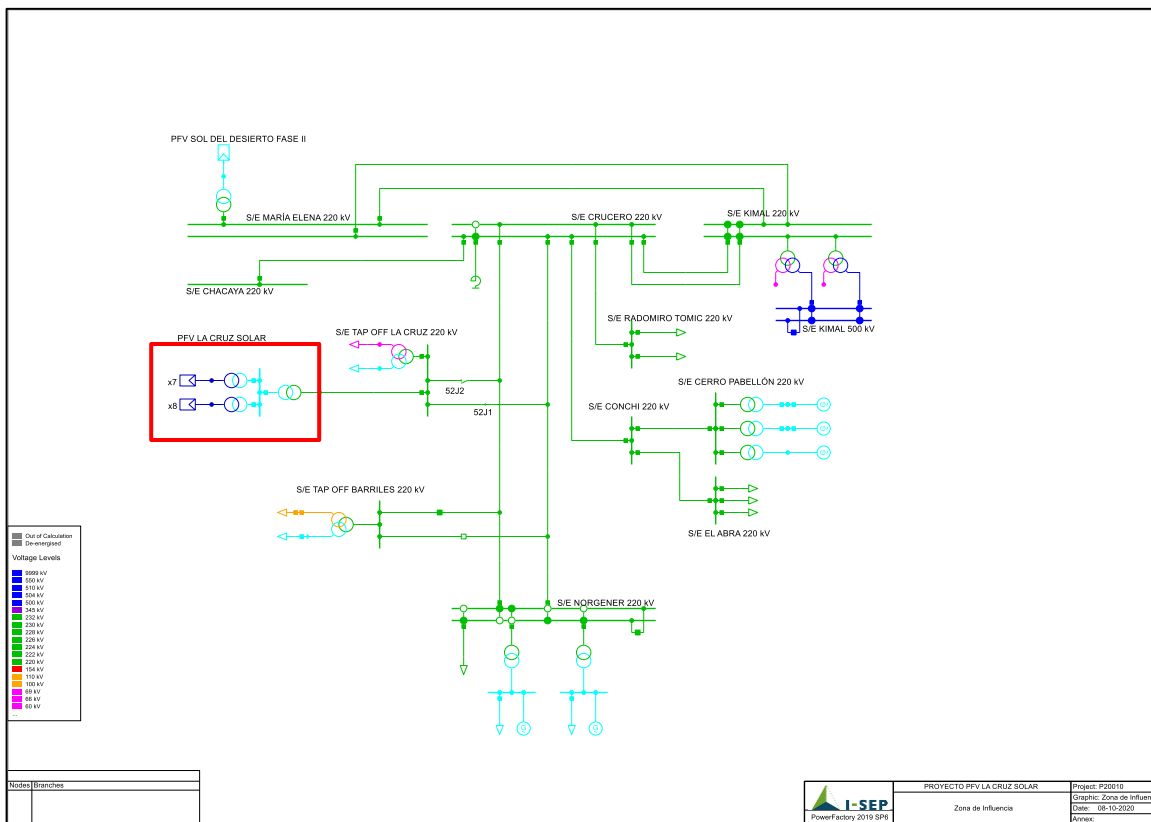


Figura 2-1 Diagrama unilineal zona de interés - PF La Cruz Solar

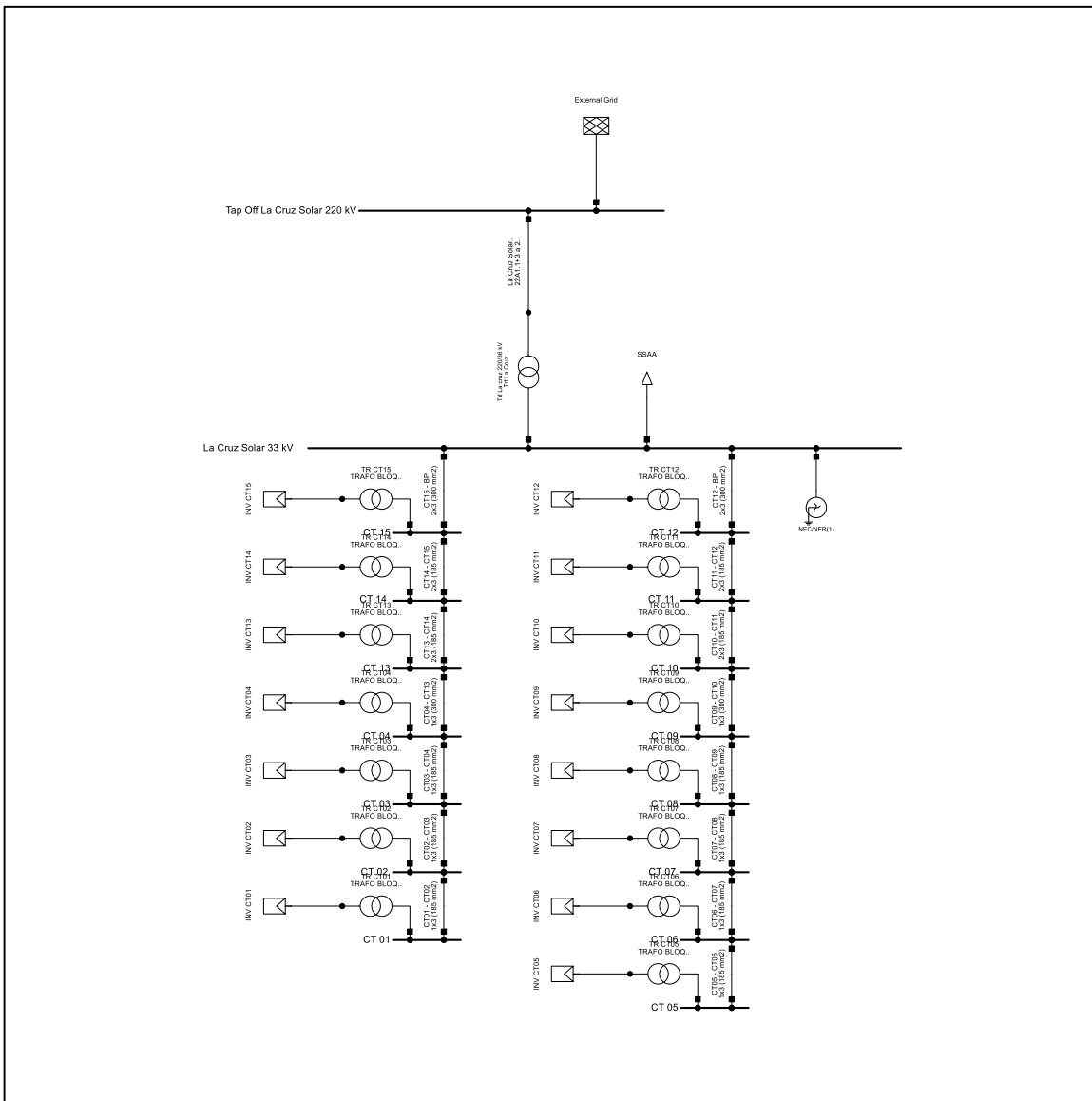


Figura 2-2 Sistema colector PF - La Cruz Solar

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

El objetivo del presente informe es establecer los parámetros de mínimo Técnico del proyecto PF La Cruz Solar, según las pruebas realizadas en el parque y los lineamientos establecido en el **Anexo Técnico: Determinación de mínimos técnicos en Unidades Generadoras.**

4. ANTECEDENTES

Los antecedentes y registro de mediciones consultados para la realización del presente informe fueron los siguientes:

- a) Registro de mediciones realizadas en terreno “Anexo III - REGISTRO DE MEDICIONES MÍNIMO TÉCNICO.xlsx” día 19/01/2022.
- b) Base de datos de PowerFactory “Mínimo técnico La Cruz Solar.pfd”, desarrollada por I-SEP.
- c) Documento “20010-01-ES-IT-011 Rev.A.doc” - Estudio de Estabilidad Transitoria (ET) - ESTUDIOS PARQUE FOTOVOLTAICO LA CRUZ SOLAR, desarrollado por I-SEP.
- d) Registro de mediciones realizadas en terreno “Anexo II - REGISTRO DE CONSUMO LOS SERVICIOS AUXILIARES.xlsx” el día 19/01/2022.

5. PARÁMETROS DE LAS INSTALACIONES.

A continuación, se exponen los aspectos más relevantes de las instalaciones a efectos del presente estudio.

5.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

El proyecto PF La Cruz Solar se conecta a la subestación Tap Off La Cruz 220 kV, en adelante T.O. La Cruz, mediante un transformador de poder de 220/33 kV. A su vez, la S/E La Cruz Solar se conecta a la S/E T.O. La Cruz mediante la línea 1x220 kV La Cruz Solar – T.O. La Cruz, de longitud 5,779 km.

El PF La Cruz Solar alcanza una potencia instalada de 54,45 MW, distribuidos en quince (15) inversores de 3,63 MVA. A continuación, se presentan los principales parámetros del proyecto PF La Cruz Solar, para posteriormente obtener los parámetros de mínimo técnico. La Figura 5-1 muestra la representación del proyecto PF La Cruz Solar.

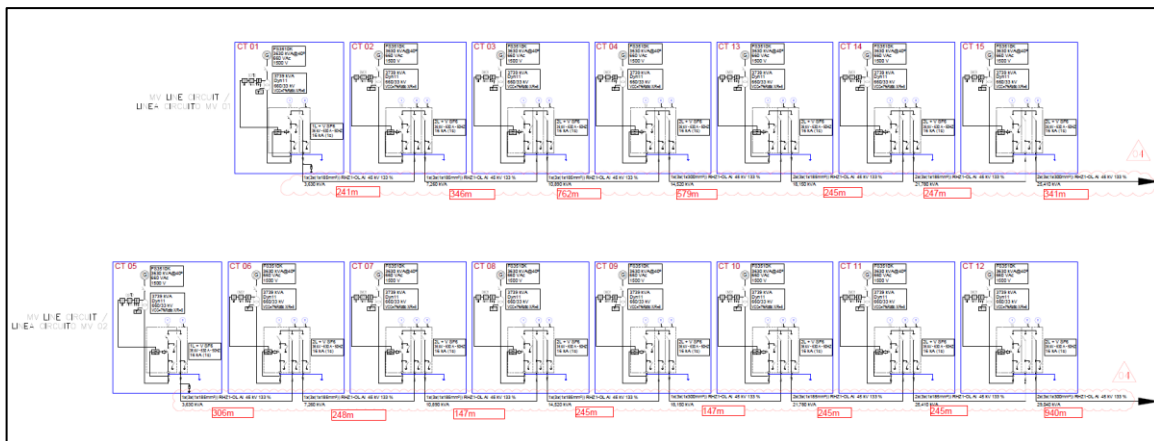


Figura 5-1 Representación del proyecto PF La Cruz Solar

5.2. PARÁMETROS DEL PARQUE FOTOVOLTAICO LA CRUZ SOLAR.

A continuación, se presentan los principales parámetros del proyecto PF La Cruz Solar, a efectos de obtener el mínimo técnico.

5.3. LÍNEA 1x220 kV LA CRUZ SOLAR – T.O. LA CRUZ

Las características principales del conductor de fase y cable de guarda utilizado en la línea 1x220 kV La Cruz Solar – T.O. La Cruz, de longitud 5,779 km, se indican respectivamente en la Tabla 5-1 y Tabla 5-2.

Tabla 5-1: Características del conductor AAAC FLINT.

PARÁMETROS	VALOR
Tipo	Aleación de Aluminio
Nombre de código	AAAC FLINT
Sección	375,4 [mm ²]
Diámetro del conductor	25,16 [mm]
Resistencia DC a 20°C	0,0896 [Ω/km]
Radio Medio Geométrico (GMR)	9,797 [mm]

A continuación, la Figura 5-2 muestra la Parámetros del conductor de fase en el programa PowerFactory.

The screenshot shows the 'Basic Data' configuration window for a conductor in PowerFactory. The 'Name' field is set to 'AAAC FLINT'. The 'Nominal Voltage' is 220 kV, 'Nominal Current' is 0,755 kA, and 'Number of Subconductors' is 1. Under 'Conductor Model', 'Solid Conductor' is selected. The '(Sub-)Conductor' section includes: DC-Resistance (20°C) = 0,0896 Ohm/km, GMR (Equivalent Radius) = 9,797 mm, and Outer Diameter = 25,16 mm. The 'Skin effect' checkbox is checked.

Figura 5-2 Parámetros de conductor AAAC FLINT en PowerFactory.

Tabla 5-2: Características del conductor OPGW.

PARÁMETROS	VALOR
Tipo	OPGW
Cantidad de fibras ópticas en el cable	24
Material exterior	Alambre de acero recubierto de aluminio
Sección	170,2 [mm²]
Diámetro del cable	17 [mm]
Resistencia DC (20°C)	0,255 [Ω/km]
Radio Medio Geométrico (GMR)	6,62[mm]

A continuación, la Figura 5-3 muestra la Parámetros del cable de guardia en el programa PowerFactory.

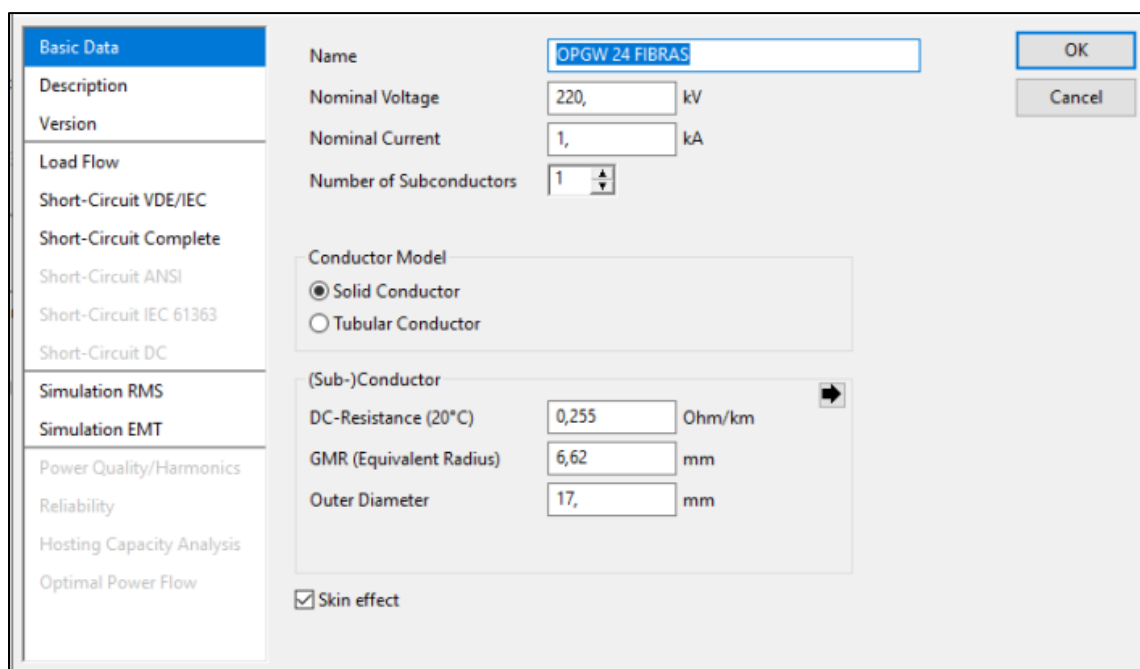


Figura 5-3 Parámetros de cable de guardia OPGW en PowerFactory.

De acuerdo con el antecedente (c), la torre representativa corresponde a una torre de simple circuito tipo 22A1.1+3, cuya disposición se indica a continuación:

Tabla 5-3 Disposición de conductores de fase.

CIRCUITO	ESTRUCTURA "22A1.1+3"							ALTURA MEDIA			
	X1 [m]	X2 [m]	X3 [m]	Y1 [m]	Y2 [m]	Y3 [m]	CADENA [m]	FLECHA [m]	Y1 [m]	Y2 [m]	Y3 [m]
C1	4,183	-4,183	4,183	27,280	22,280	22,280	2,629	4,050	21,951	16,951	16,951
RESISTIVIDAD DEL TERRENO [Ω-m]							139,7				

Tabla 5-4 Disposición de cable de guardia.

CIRCUITO	ESTRUCTURA DE SUSPENSIÓN DOBLE CIRCUITO				ALTURA MEDIA
	X1 [m]	Y1 [m]	CADENA [m]	FLECHA [m]	Y1 [m]
CG	1,182	28,880	0	4,520	25,867

La altura promedio de los conductores respecto del suelo, indicada anteriormente como coordenada “Y”, se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$Altura\ Media = \frac{1}{3} \cdot Altura\ Cadena + \frac{2}{3} \cdot (Altura\ Cadena - Flecha)$$

La siguiente figura muestra la Parámetros de la torre en PowerFactory.



Figura 5-4 Geometría de torre representativa.

Con lo anteriormente planteado, los parámetros a 20°C asociados a la sección tramo se muestran a continuación:

Tabla 5-5 Parámetros eléctricos línea 1x220 La Cruz Solar – T.O. La Cruz.

LONGITUD DEL CONDUCTOR [km]	R1 20°C [Ω/km]	X1 [Ω/km]	B1 [μS/km]	R0 20°C [Ω/km]	X0 [Ω/km]	B0 [μS /km]
5,779	0,08993	0,41576	2,77232	0,25445	0,97405	1,71437

5.4. PARÁMETROS PF LA CRUZ SOLAR

A continuación, se presentan los principales parámetros del proyecto PF La Cruz Solar, a efectos de obtener el mínimo técnico.

5.4.1. TRANSFORMADOR ELEVADOR 220/33 kV

Los parámetros del transformador elevador del PF La Cruz Solar, son los indicados en la siguiente tabla, conforme a la información contenida en el antecedente (c).

Tabla 5-6 Parámetros transformador de poder 220/33 kV PF La Cruz Solar.

PARÁMETROS	VALOR
Potencia Nominal ONAN	50 [MVA]
Potencia Nominal ONAF	60 [MVA]
Niveles de Tensión	220/33 [kV]
Grupo de conexión	YNd11
Impedancia de secuencia positiva (Base 60 MVA)	10,93 [%]
Impedancia de secuencia cero (Base 60 MVA)	9,698 [%]
Pérdidas en el cobre	225,82 [kW]
Pérdidas en vacío, secuencia positiva	34,51 [kW]
Corriente de magnetización, secuencia positiva	0,09 [%]

A continuación, la Figura 5-5 muestra los parámetros del transformador elevador del PF La Cruz Solar en el programa PowerFactory.

The screenshot shows the 'Basic Data' tab of a transformer configuration window. The parameters are as follows:

- Name: Trf La Cruz
- Technology: Three Phase Transformer
- Rated Power: 60 MVA
- Nominal Frequency: 50 Hz
- Rated Voltage:
 - HV-Side: 220 kV
 - LV-Side: 33 kV
- Vector Group: YN (HV-Side), D (LV-Side)
- Phase Shift: 11 *30deg
- Name: YNd11
- Positive Sequence Impedance:
 - Short-Circuit Voltage uk: 10,93 %
 - Copper Losses: 225,82 kW
- Zero Sequence Impedance:
 - Short-Circuit Voltage uk0: 9,698 %
 - SHC-Voltage (Re(uk0)) uk0r: 0 %

Figura 5-5 Parámetros de transformador elevador en PowerFactory.

5.4.2. INVERSORES PF LA CRUZ SOLAR

El proyecto PF La Cruz Solar cuenta con un total de 15 inversores de 3,63 MVA, llegando a una capacidad instalada de 54,45 MW. Los parámetros de los inversores del proyecto se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5-7 Parámetros de los inversores utilizados en la Parámetros del PF La Cruz Solar.

PARÁMETROS	VALOR
Fabricante	HEMK
Modelo	FS3510K
Potencia Nominal @ 50°C	3,510 [MVA]
Potencia Nominal @ 40°C	3,630 [MVA]
Tensión Nominal	0,660 [kV]

PARÁMETROS	VALOR
Corriente de cortocircuito	4,1527 [kA]

A continuación, la Figura 5-6 muestra los parámetros de los inversores del PF La Cruz Solar en el programa PowerFactory.

Figura 5-6 Parámetros de los inversores en PowerFactory.

5.4.3. TRANSFORMADORES 33/0,66 kV

El PF La Cruz Solar cuenta con 15 transformadores de bloque. Los parámetros utilizados de dichos transformadores se indican en las siguientes tablas:

Tabla 5-8 Parámetros transformadores de bloque de dos devanados 33/0,66 kV.

PARÁMETROS	VALORES
Potencia Nominal	3,63 [MVA]
Niveles de Tensión	33/0,66 [kV]
Grupo de conexión	Dy11
Impedancia de secuencia positiva (Base 3,739 MVA)	7,00 [%]
Impedancia de secuencia cero (Base 3,739 MVA)	6,30 [%]
Pérdidas en el cobre	30 [kW]
Pérdidas en vacío, secuencia positiva	3,4 [kW]
Corriente de magnetización, secuencia positiva	0,5 [%]

A continuación, la Figura 5-7 muestra los parámetros de los transformadores del PF La Cruz Solar en el programa PowerFactory.

Figura 5-7 Parámetros de transformadores de bloque de dos devanados en PowerFactory.

5.4.4. CABLES Y CONDUCTORES DE MT DEL PF LA CRUZ SOLAR

La conexión entre los transformadores 33/0,66 kV y la barra de 33 kV de la S/E La Cruz Solar se desarrolla por medio de tramos directamente enterrados utilizando cables de aluminio de 185 mm² y 300 mm². Las características de cada uno de los cables utilizados en el proyecto se describen en la siguiente tabla, conforme a la información contenida en el antecedente (c).

Tabla 5-9 Características de los cables de MT.

PARÁMETROS	CABLE 185 mm ²	CABLE 300 mm ²
Aislación	XLPE	XLPE
Cubierta	LSHQ	LSHQ
Pantalla	Cobre	Cobre
Material conductor	Aluminio	Aluminio
Diámetro cable [mm]	43,32	51,44
Diámetro conductor [mm]	16,20	20,60
Espesor aislación [mm]	10,8	12,6
Espesor cubierta [mm]	2,03	2,11
Espesor pantalla [mm]	0,30	0,30




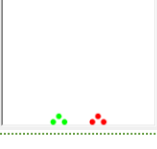
Los tramos del sistema de cables se muestran en la Figura 5-1. Cada circuito representa un subgrupo de cables trifásicos; de esta manera, cuenta con disposiciones de 2 circuitos de cables en paralelo. Los detalles se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5-10 Detalle del conexionado del PF La Cruz Solar.

CIRCUITOS DE MT				
CIRCUITO	DESDE-HASTA	CONDUCTORES POR FASE	CALIBRE [mm ²]	LONGITUD [km]
CIRCUITO 1	CT01-CT02	1	185	0,241
	CT02-CT03	1	185	0,346
	CT03-CT04	1	185	0,762
	CT04-CT13	1	300	0,579
	CT13-CT14	2	185	0,245
	CT14-CT15	2	185	0,247
CIRCUITO 2	CT15-BP 33kV	2	300	0,341
	CT05-CT06	1	185	0,306
	CT06-CT07	1	185	0,248
	CT07-CT08	1	185	0,147
	CT08-CT09	1	185	0,245
	CT09-CT10	1	300	0,147
	CT10-CT11	2	185	0,245
	CT11-CT12	2	185	0,245
	CT12-BP 33kV	2	300	0,940

En base a lo anterior, las disposiciones utilizadas en cada uno de los tramos se indican en la siguiente tabla.

Tabla 5-11 Disposición de los tramos con cables enterrados del PF La Cruz Solar.

DIAGRAMA	TRAMO	X1 [m]	X2 [m]	X3 [m]	Y1 [m]	Y2 [m]	Y3 [m]
	Circuito 1x185 [mm ²]	0	0,04332	-0,04332	0,97334	1,01666	1,01666
	Circuito 1x300 [mm ²]	0	0,04332	-0,04332	0,97334	1,01666	1,01666
	Circuito 2x185 [mm ²]	0,15	0,19332	0,10668	0,97334	1,01666	1,01666
		-0,15	-0,19332	-0,10668	0,97334	1,01666	1,01666
	Circuito 2x300 [mm ²]	0,15	0,19332	0,10668	0,97334	1,01666	1,01666
		-0,15	-0,19332	-0,10668	0,97334	1,01666	1,01666

Finalmente, se debe mencionar que la resistividad considerada para el sistema de media tensión (MT) es de 153 Ohm-m, conforme a lo indicado en el antecedente (c).

5.4.5. TRANSFORMADOR ZIG-ZAG

El PF La Cruz Solar cuenta con un transformador zig-zag con puesta a tierra conectado a su barra de media tensión en 33 kV. Las características principales del transformador se indican en la siguiente tabla. Cabe destacar, que el transformador limita la corriente de cortocircuito en 1000 A, según lo indican los antecedentes del equipo.

Tabla 5-12 Parámetros reactor zig-zag.

PARÁMETROS	VALOR
Tensión nominal	33 [kV]
Capacidad de corriente de cortocircuito ($3 \cdot I_0$)	1000 [A]
Resistencia a secuencia cero	66,2 [Ω]
Resistencia de puesta a tierra	0 [Ω]

A continuación, la Figura 5-8 muestra los parámetros del reactor zig-zag del PF La Cruz Solar en el programa PowerFactory.

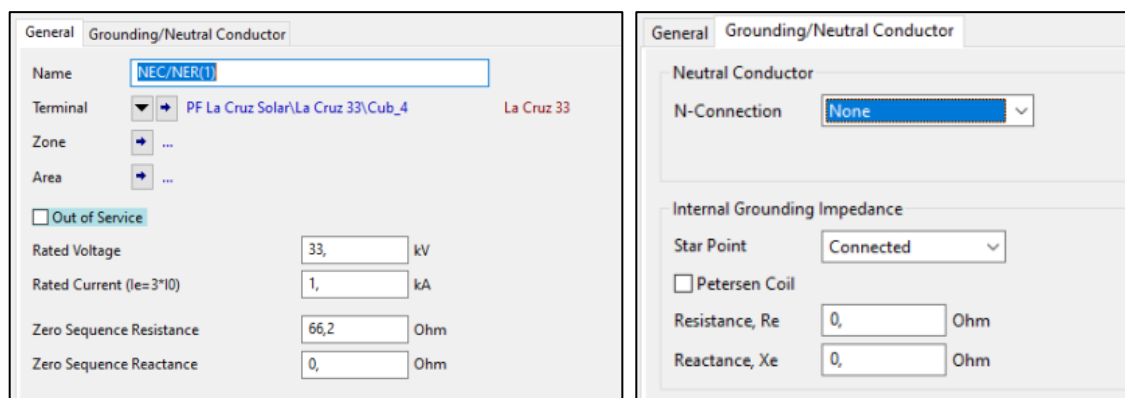


Figura 5-8 Parámetros de reactor zig-zag en PowerFactory.

5.4.6. TRANSFORMADOR ELEVADOR 220/33 kV

Los parámetros del transformador elevador del PF La Cruz Solar, son los indicados en la siguiente tabla, conforme a la información contenida en el antecedente (c).

Tabla 5-13 Parámetros transformador de poder 220/33 kV PF La Cruz Solar.

PARÁMETROS	VALOR
Potencia Nominal ONAN	57 [MVA]
Potencia Nominal ONAF	95 [MVA]
Niveles de Tensión	220/33 [kV]
Grupo de conexión	YNd11
Impedancia de secuencia positiva (Base 95 MVA)	11,83 [%]
Impedancia de secuencia cero (Base 95 MVA)	10,19 [%]
Pérdidas en el cobre	232,685 [kW]
Pérdidas en vacío, secuencia positiva	55,84 [kW]
Corriente de magnetización, secuencia positiva	0,09 [%]

A continuación, la Figura 5-9 muestra los parámetros del transformador elevador del PF La Cruz Solar en el programa PowerFactory.

Parameter	Value	Unit
Name	Trafo de Poder La Huella	
Technology	Three Phase Transformer	
Rated Power	95	MVA
Nominal Frequency	50	Hz
Rated Voltage (HV-Side)	220	kV
Rated Voltage (LV-Side)	33	kV
Positive Sequence Impedance	11.83	%
Short-Circuit Voltage uk	11.83	%
Copper Losses	232.665	kW
Phase Shift	11	*30deg
Vector Group	YNd11	
Zero Sequence Impedance	10.19	%
Short-Circuit Voltage uk0	10.19	%
SHC-Voltage (Re(uk0)) uk0r	0	%

Figura 5-9 Parámetros de transformador elevador en PowerFactory.

6. REVISIÓN NORMATIVA

A continuación, se exponen los principales estándares normativos (Anexo Técnico: “Determinación de mínimos técnicos en unidades generadoras” disponible en la página de la CNE) que son de relevancia para el presente informe.

Artículo 9: Informe Técnico:

El Informe Técnico que respalda el valor de Mínimo Técnico o Informe de Mínimo Técnico, consistirá en un documento que describa los registros de operación, supuestos, metodologías, alcances de la aplicación de estas metodologías, y conclusiones bajo los cuales se estableció el valor de Mínimo Técnico informado.

Este informe deberá contener, al menos, la siguiente información:

- Antecedentes técnicos de diseño.
- Recomendaciones del fabricante y antecedentes nacionales o internacionales de unidades de similares características.
- Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.

- d) Justificaciones que describan las eventuales fuentes de inestabilidad en la operación de la unidad generadora, que impidan que la unidad pueda operar en un valor menor de potencia activa.
- e) Antecedentes técnicos que respalden y expliquen el comportamiento esperado o desempeño registrado.

Para el caso de unidades generadoras que puedan operar con combustible alternativo y cuyo valor de Mínimo Técnico sea distinto al del combustible principal, deberán entregar los antecedentes requeridos en el presente Anexo para el combustible principal y el alternativo.

Una vez recibido el Informe Técnico, la DO deberá verificar que dicho informe contiene todos los antecedentes especificados en el presente Artículo, para lo cual tendrá un plazo de 15 días hábiles. En el caso de detectar que existen antecedentes faltantes para un adecuado análisis del Mínimo Técnico informado, la DO solicitará a la Empresa Generadora completar el informe, para lo cual ésta tendrá un plazo de 15 días hábiles.

Cuando la DO determine que el Informe Técnico entregado por la Empresa Generadora contiene todos los antecedentes necesarios para su análisis, lo publicará en el sitio web del CDEC y notificará a las empresas Coordinadas sobre el inicio del proceso de aprobación del Mínimo Técnico informado.

7. DETERMINACIÓN DE MÍNIMO TÉCNICO

7.1. DEFINICIÓN DE PUNTOS DE MEDICIÓN

A continuación, se describe un sistema equivalente que presenta un parque fotovoltaico conectado al Sistema Eléctrico Nacional (SEN), con el cual se puede definir lo siguiente:

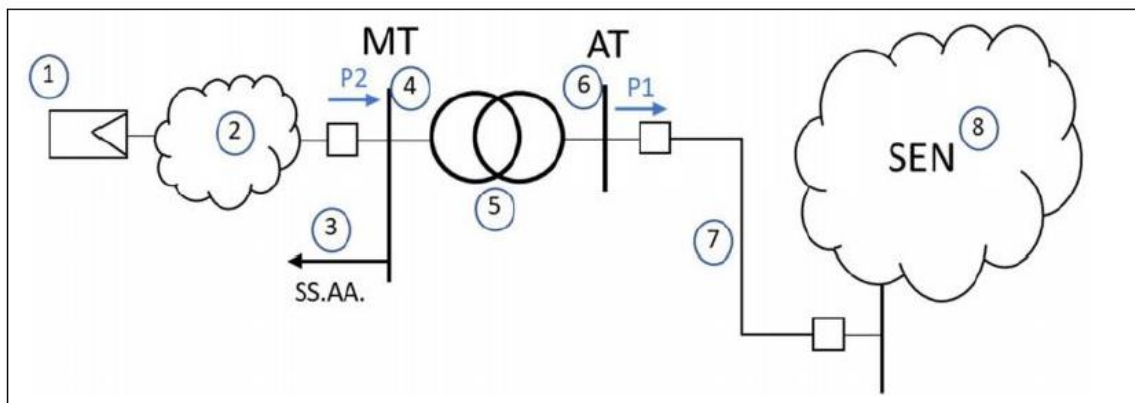


Figura 7-1 Sistema Equivalente parque fotovoltaico.

Los componentes del parque son los siguientes:

1. **Generador equivalente:** Corresponde a la suma de los aportes distribuidos de potencia activa alterna de cada inversor del PF La Cruz Solar.

2. **Pérdidas en sistema colector del parque:** Corresponde a las pérdidas del sistema colector del PF La Cruz Solar, principalmente en el sistema de cables de media tensión, y en los transformadores asociados a los centros de transformación.
3. **Servicios Auxiliares (SSAA) de la central.**
4. **Barra de media tensión (MT):** Corresponde a la barra de 33 kV que conecta con el lado de baja tensión del transformador de poder de la central.
5. **Transformador de poder:** Equipo elevador de 220/33 kV presente en la subestación de salida del PF La Cruz Solar.
6. **Barra de alta tensión: (AT):** Corresponde a la barra de 220 kV que conecta con el lado de alta tensión del transformador de poder de la central.
7. **Línea dedicada de la central:** Línea dedicada que vincula el PF La Cruz Solar con el Sistema Eléctrico Nacional.
8. **Sistema Eléctrico Nacional (SEN).**
9. **P1:** Potencia inyectada por el PF La Cruz Solar en la barra de 220 kV de su subestación de salida.
10. **P2:** Potencia inyectada por el PF La Cruz Solar en la barra de 33 kV de su subestación de salida.

7.2. CÁLCULO MÍNIMO TÉCNICO

Se realizaron los ensayos para la determinación del mínimo técnico del Parque PF La Cruz Solar el día 19 de enero del 2022. Dichos ensayos consistieron en el cambio de consigna de la generación de potencia activa a 0 MW durante un intervalo de 13 minutos y 21 segundos a través del PPC, mientras que en forma simultánea se realizaron las medidas para determinar el mínimo técnico del parque y la potencia activa inyectada en la barra de 220 kV del parque (P1). Posteriormente se vuelve a la consigna inicial para reestablecer la operación del parque.

En la Figura 7-2 se observa el gráfico de potencia activa para las pruebas mínimo técnico realizadas en el PF La Cruz Solar obtenida por medio del antecedente (a). Para la obtención de la potencia activa inyectada en la barra de 220 kV del parque (P1) se calcula un promedio aritmético de las mediciones realizadas en terreno entre las 16:57:38 a 17:10:59 hrs ante un cambio de consigna de 0 MW.

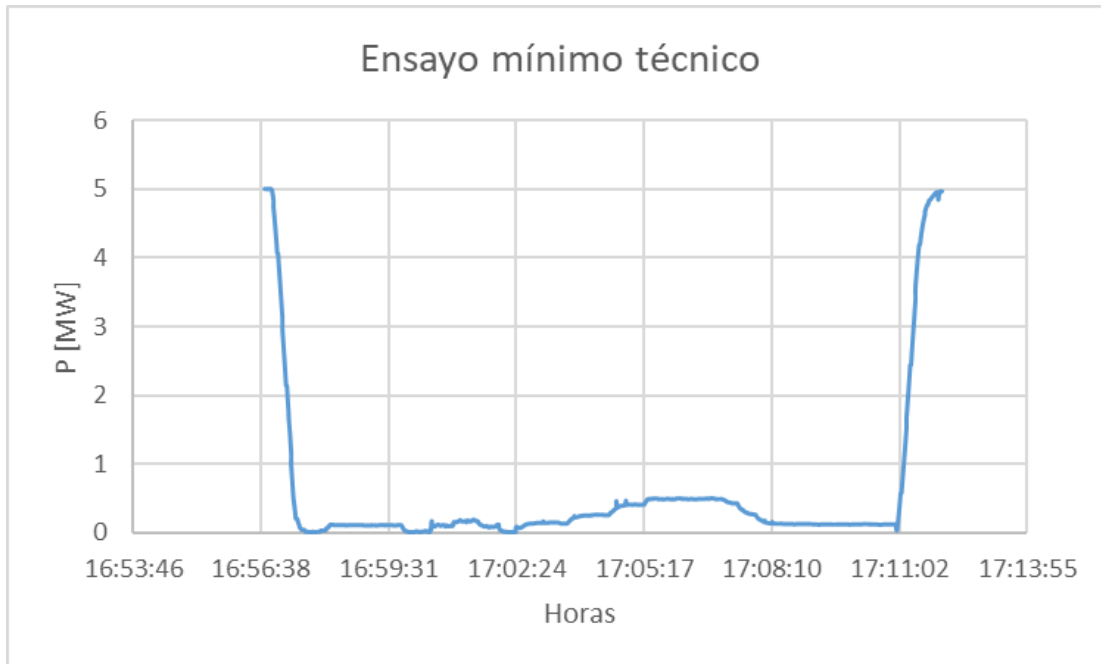


Figura 7-2 Registro de potencia activa ante ensayo de mínimo técnico.

A partir del resultado indicado en la Tabla 7-1, se verifica que ante una consigna de 0 MW los inversores son capaces de seguir operando de manera estable a aproximadamente un 0,53% de la potencia nominal.

Tabla 7-1: Promedio del registro.

PARÁMETRO	POTENCIA [MW]
Potencia inyectada en la barra de 220 kV del parque (P1)	0,190651

Finalmente, con los resultados obtenidos del ensayo se puede determinar el mínimo técnico del parque considerando las pérdidas del sistema y el consumo de los servicios auxiliares, tal y como se especifica en la siguiente ecuación:

$$MinTec = P1 + P_{trafo} + P_{Colector} + SSAA$$

Donde:

- P1 : Potencia Activa inyectada en la barra de alta tensión (AT) del parque [MW].
- P_{trafo} : Pérdidas activas en el transformador de poder del parque [MW].
- $P_{Colector}$: Pérdidas activas en el sistema colector del parque [MW].
- SSAA : Consumo asociado a los Servicios Auxiliares del parque [MW].

Las pérdidas del sistema colector de media tensión y del transformador de poder se obtienen mediante simulaciones en la base de datos del antecedente (b). Dicha simulación indica las pérdidas del sistema colector y del transformador de poder en conjunto como “Grid Losses” (ver Anexo I) con un valor de 0,08548 MW. Para ello, se consideró una inyección de 19,3143 kW por

inversor para que el PF La Cruz Solar inyecte 0,191651 MW en la barra de 220 kV. Por lo tanto, para obtener las pérdidas del transformador se obtiene como la resta de la potencia de entrada y salida del transformador, obteniéndose un valor de 0,034499 MW estos datos se aprecian en la Figura 7-3.

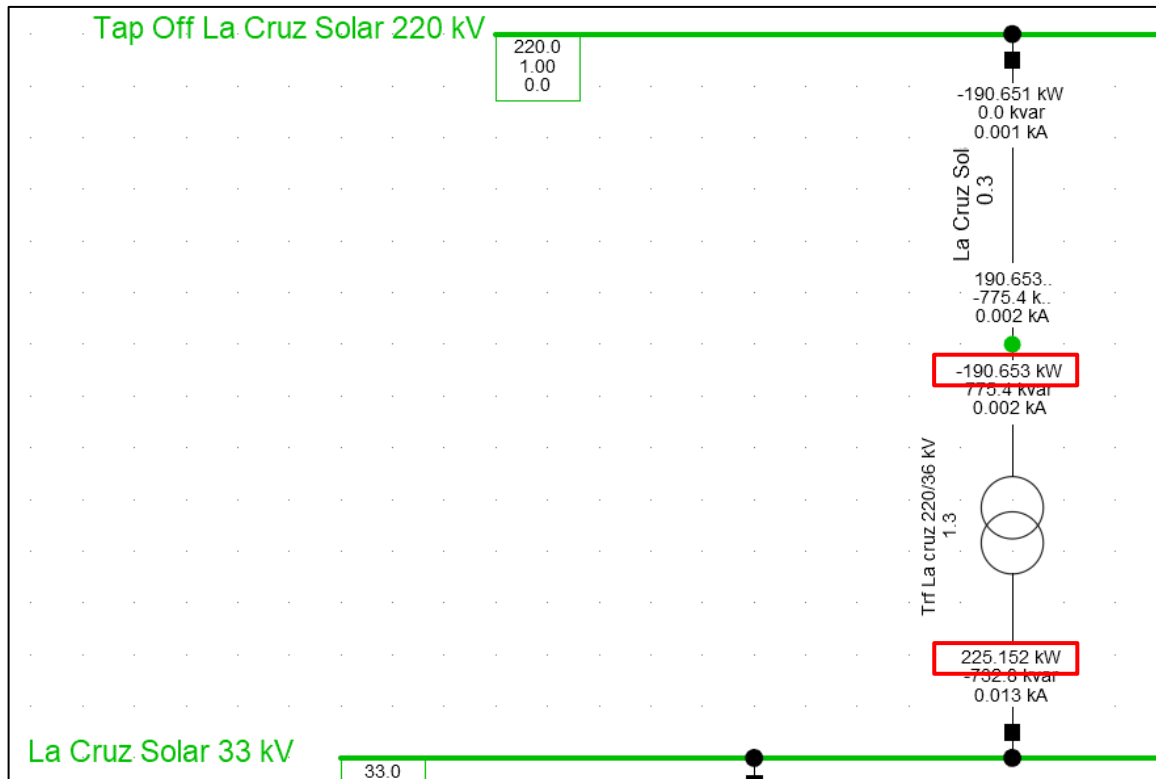


Figura 7-3 Pérdidas en el transformador de potencia

A partir de los antecedentes mencionados se obtiene que las pérdidas del sistema colector tienen un valor de 0,050981 MW.

Por otra parte, el consumo de los Servicios Auxiliares (SSAA) resulta en un valor de 0,013584 MW, el cual corresponde al promedio de los registros tomados durante el ensayo de mínimo técnico señalados en el antecedente (d).

En virtud de lo señalado, el mínimo técnico del parque se determina de acuerdo con lo siguiente:

$$MinTec = 0,190651MW + 0,034499 MW + 0,050981 MW + 0,013584 MW = 0,289715 MW$$

En consecuencia, considerando la metodología descrita en el presente informe, se calcula que el mínimo técnico del PF La Cruz Solar es de 0,289715 MW.

8. CONCLUSIONES

En el presente informe se obtuvo el parámetro de mínimo técnico para el PF La Cruz Solar. Lo anterior según los datos obtenidos de las pruebas realizadas el día 19/01/2022. Para ello se realizó un cálculo de la media aritmética de los registros obtenidos entre las 16:57:38 a 17:10:59 (horas Chile) del registro “Anexo III - REGISTRO DE MEDICIONES MÍNIMO TÉCNICO.xlsx”. Luego, al sumar las pérdidas del sistema colector y transformador principal, obtenidas a través de una simulación en el software PowerFactory y agregando el promedio de consumo de los servicios auxiliares se obtiene un valor de mínimo técnico de 0,289715 MW.

Tabla 8-1 Resumen de mínimo técnico neto y consumos del PFV La Cruz Solar

CENTRAL	MÍNIMO TÉCNICO BRUTO [MW]	MÍNIMO TÉCNICO NETO [MW]	PÉRDIDAS TRANSFORMADORES DE PODER [MW]	PÉRDIDAS SISTEMA COLECTOR [MW]	CONSUMOS SS.AA. [KW]
PFV La Cruz Solar	0,289715	0,190651	0,034499	0,050981	13,584



I-SEP

Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

ANEXOS

P20010 INGENIERÍA Y ESTUDIOS PROYECTO LA CRUZ

08.02.2022

Informe de Determinación de Mínimos Técnicos en unidades generadoras

20010-01-ES-IT-011 Rev. B

Preparado para Fotovoltaica Norte Grande 1 SpA.

ANEXO I

P20010

RESULTADOS COMPUTACIONALES EN POWERFACTORY

Load Flow Calculation		Grid Summary	
AC Load Flow, balanced, positive sequence	No	Automatic Model Adaptation for Convergence	No
Automatic tap adjustment of transformers	No	Max. Acceptable Load Flow Error	1.00 kVA
Consider reactive power limits	No	Bus Equations(HV)	0.10 %
		Model Equations	
Grid: La Cruz Solar - Mini System Stage: La Cruz Solar -		Study Case: Study Case	Annex: / 1
Grid: La Cruz Solar - Mínimo técnico			
No. of Substations	0	No. of Busbars	17
No. of 2-w Trfs.	16	No. of 3-w Trfs.	0
No. of Loads	1	No. of Shunts/Filters	0
		No. of Terminals	16
		No. of syn. Machines	0
		No. of asyn.Machines	0
		No. of SVS	0
Generation	= 289.71 kW	-879.84 kvar	926.31 kVA
External Infeed	= -190.65 kW	0.00 kvar	190.65 kVA
Inter Grid Flow	= 0.00 kW	0.00 kvar	
Load P(U)	= 13.58 kW	-0.00 kvar	13.58 kVA
Load P(Un)	= 13.58 kW	0.00 kvar	13.58 kVA
Load P(Un-U)	= 0.00 kW	0.00 kvar	
Motor Load	= 0.00 kW	0.00 kvar	0.00 kVA
Grid Losses	= 85.48 kW	-879.84 kvar	
Line Charging	=	-1198.47 kvar	
Compensation ind.	=	0.00 kvar	
Compensation cap.	=	0.00 kvar	
Installed Capacity	= 54450.00 kW		
Spinning Reserve	= 0.00 kW		
Total Power Factor:			
Generation	= 0.31 [-]		
Load/Motor	= 1.00 / 0.00 [-]		

Figura 9-1 Pérdidas del sistema colector MT y transformador principal.

ANEXO II

P20010

Certificados del equipo de medición.

Metrel Certificate of Calibration Practices

The Metrel Quality System is certified by BVQI according to Quality standard ISO 9001:2015, Certificate No. SL22466Q. The Metrel hereby certifies that the above instrument was calibrated in accordance with applicable Metrel calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO 9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Metrel further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this instrument are traceable to the (inter)national standards. The policies and procedures at this facility comply with EN ISO/IEC 17025.

Environmental conditions: Temperature: 23 °C ± 5 °C
Relative humidity: 10 % to 75 %

Calibration Procedure: "Name of Model / Type"

Uncertainty: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.

Edvard Reven
Chief Executive Officer

Janko Mole
Head of Calibration Laboratory


Calibration Certificate

Model: Power Master MI 2892

Date: 7. 10. 2021

Serial No.: 21370924

Performed By: Luka Vrhovec

Signature 

Date Placed In Service: _____

Due Date: 11 de Noviembre 2021

Metrel Recommended Cal Interval: 12 months

* The due date may be established (by the customer) by adding the "Recommended Cal Interval" to the "Date Placed In Service."

Outlook, keys, battery indication, charging current

PASS

Common mode rejection

PASS

1-wire communication check (flex clamps)

PASS

GPS, GPRS

PASS

Temperature probe

PASS

Voltage measuring (f = 50 Hz) According to IEC 61000-4-30:2008, Class A

All readings were carried out with PowerView.

Unominal	Reference	Low limit	Reading				High limit	Uncertainty	Units
			- 0,1% Unom.	L1 - N	L2 - N	L3 - N			
50 V L-N	5,00	4,95	5,00	5,00	5,00	5,00	5,05	0,01	V
	50,00	49,95	50,00	50,00	50,00	50,00	50,05	0,02	V
	75,00	74,95	74,99	74,99	74,99	74,99	75,05	0,02	V
110 V L-N	11,00	10,89	11,00	11,00	11,00	11,00	11,11	0,01	V
	110,00	109,89	109,97	109,97	109,97	109,97	110,11	0,03	V
	165,00	164,89	165,01	165,01	165,01	165,01	165,11	0,04	V
230 V L-N	23,00	22,77	22,99	23,00	23,00	22,99	23,23	0,01	V
	230,00	229,77	229,97	229,97	229,98	229,98	230,23	0,08	V
	345,00	344,77	345,00	345,00	345,01	345,00	345,23	0,09	V
400 V L-N	40,00	39,60	39,96	39,98	40,01	40,00	40,40	0,01	V
	400,00	399,60	399,97	399,98	399,99	399,97	400,40	0,13	V
	500,00	499,60	499,97	499,99	500,00	499,99	500,40	0,15	V

Current measuring (f = 50 Hz)

All readings were carried out with PowerView.

Reference	Low limit	Reading				High limit	Uncertainty	Units
		I1	I2	I3	IN			
Range: 100 A								
50 mV	49,88	50,01	50,01	50,01	50,01	50,12	0,03	A
100,00 mV	99,75	100,02	100,02	100,01	100,01	100,25	0,05	A
200,00 mV	199,50	199,99	200,00	200,00	200,00	200,50	0,1	A
Range: 1000 A								
50,00 mV	49,88	50,01	50,01	50,01	50,01	50,12	0,03	A
1000,0 mV	997,5	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1002,5	0,5	A
2000 mV	1995	2000	2000	2000	2000	2005	1	A

Frequency measuring (U1 = 110 V, I1 = 1000 A, U12 = 320 V) According to IEC 61000-4-30:2008, Class

Settings	Reference	Low limit	Reading	High limit	Uncertainty	Units
Synchronization: U1, Connection: 4W	50,000	49,990	49,998	50,010	0,005	Hz
	400,00	399,90	399,99	400,10	0,04	Hz
Synchronization: I1, Connection: 4W	50,000	49,990	49,998	50,010	0,005	Hz
Synchronization: U12, Connection: 3W	50,000	49,990	49,998	50,010	0,005	Hz

All results in accordance with technical specification.

Reference instruments:

No.	Instrument	Type
	Reference multimeter	8508A, Fluke

Certificate No.	Due
077358	31. 10. 2021



Measurement and Regulation Equipment Manufacturers

METREL d.d.
Ljubljanska c. 77
SI - 1354 HORJUL
SLOVENIA

Tel.: (+386 1) 7558 200
Fax.: (+386 1) 7549 095
<http://www.metrel.si>
e-mail: metrel@metrel.si

Metrel Certificate of Calibration Practices

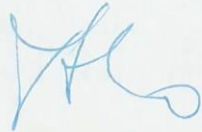
The Metrel Quality System is certified by BVQI according to Quality standard ISO 9001:2015, Certificate No. SL22466Q. The Metrel hereby certifies that the above instrument was calibrated in accordance with applicable Metrel calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO 9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Metrel further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this instrument are traceable to the (inter)national standards. The policies and procedures at this facility comply with EN ISO/IEC 17025.

Environmental conditions: Temperature: 23 °C ± 5 °C
Relative humidity: 10 % to 75 %

Calibration Procedure: "Name of Model / Type"

Uncertainty: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.



Edvard Reven
Chief Executive Officer



Janko Mole
Head of Calibration Laboratory

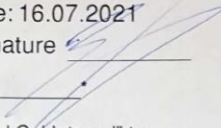
Calibration certificate

Model: Current measuring Flexible clamps A1227

Date: 16.07.2021

Serial No.: 21250333

Performed By: Oskar Stirn

Signature 

Date Placed In Service: _____

Due Date: _____

Metrel Recommended Cal Interval: 12 months

* The due date may be established (by the customer) by adding the "Recommended Cal Interval" to the "Date Placed In Service."

No.	Function	Input	Low limit	Reading	Uncertainty	High limit
1	Outlook			<i>Pass</i>		
2	Range 30 A	3 A	2,774 A	2.990 A	0,073 A	3,226 A
	Range 30 A	15 A	14,63 A	15.00 A	0,16 A	15,37 A
	Range 30 A	30 A	29,45 A	29.99 A	0,28 A	30,55 A
	Range 300 A	200 A	196,0 A	200.0 A	1,6 A	204,0 A
	Range 3000 A	1000 A	972,0 A	995.7 A	7,6 A	1028,0 A

The measurements have been executed using standards which the traceability to (inter)national standard is guaranteed. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.

All results in accordance with technical specification.

Reference instruments:

No.	Instrument	Type	Certificate No.	Due
1	Calibration System	9100, Wavetek	20C01434	31.07.2021



Measurement and Regulation Equipment Manufacturers

METREL d.d.
Ljubljanska c. 77
SI - 1354 HORJUL
SLOVENIA

Tel.: (+386 1) 7558 200
Fax.: (+386 1) 7549 095
<http://www.metrel.si>
e-mail: metrel@metrel.si

Metrel Certificate of Calibration Practices

The Metrel Quality System is certified by BVQI according to Quality standard ISO 9001:2015, Certificate No. SL22466Q. The Metrel hereby certifies that the above instrument was calibrated in accordance with applicable Metrel calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO 9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Metrel further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this instrument are traceable to the (inter)national standards.

The policies and procedures at this facility comply with EN ISO/IEC 17025.

Environmental conditions: Temperature: $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$
Relative humidity: 10 % to 75 %

Calibration Procedure: "Name of Model / Type"

Uncertainty: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.

Edvard Reven
Chief Executive Officer

Janko Mole
Head of Calibration Laboratory

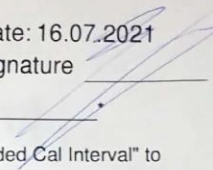
Calibration certificate

Model: Current measuring Flexible clamps A1227

Date: 16.07.2021

Serial No.: 21250355

Performed By: Oskar Stirn

Signature 

Date Placed In Service: _____

Due Date: _____

Metrel Recommended Cal Interval: 12 months

* The due date may be established (by the customer) by adding the "Recommended Cal Interval" to the "Date Placed In Service."

No.	Function	Input	Low limit	Reading	Uncertainty	High limit
1	Outlook			Pass		
2	Range 30 A	3 A	2,774 A	3.001 A	0,073 A	3,226 A
	Range 30 A	15 A	14,63 A	15.02 A	0,16 A	15,37 A
	Range 30 A	30 A	29,45 A	29.98 A	0,28 A	30,55 A
	Range 300 A	200 A	196,0 A	200.0 A	1,6 A	204,0 A
	Range 3000 A	1000 A	972,0 A	1000.8 A	7,6 A	1028,0 A

The measurements have been executed using standards which the traceability to (inter)national standard is guaranteed. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.

All results in accordance with technical specification.

Reference instruments:

No.	Instrument	Type	Certificate No.	Due
1	Calibration System	9100, Wavetek	20C01434	31.07.2021



Measurement and Regulation Equipment Manufacturers

METREL d.d.
Ljubljanska c. 77
SI - 1354 HORJUL
SLOVENIA

Tel.: (+386 1) 7558 200
Fax.: (+386 1) 7549 095
<http://www.metrel.si>
e-mail: metrel@metrel.si

Metrel Certificate of Calibration Practices

The Metrel Quality System is certified by BVQI according to Quality standard ISO 9001:2015, Certificate No. SL22466Q. The Metrel hereby certifies that the above instrument was calibrated in accordance with applicable Metrel calibration procedures during the manufacturing process. These processes are ISO 9001 controlled and are designed to assure that the instrument will meet its published specification.

The Metrel further certifies that the measurement standards and instruments used during the calibration of this instrument are traceable to the (inter)national standards.

The policies and procedures at this facility comply with EN ISO/IEC 17025.


Environmental conditions: Temperature: $23\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$
Relative humidity: 10 % to 75 %

Calibration Procedure: "Name of Model / Type"

Uncertainty: The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.



Edvard Reven
Chief Executive Officer



Janko Mole
Head of Calibration Laboratory

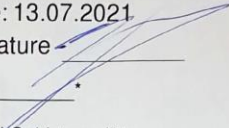
Calibration certificate

Model: Current measuring Flexible clamps A1227

Date: 13.07.2021

Serial No.: 21250403

Performed By: Oskar Stirn

Signature 

Date Placed In Service: _____

Due Date: _____

Metrel Recommended Cal Interval: 12 months

* The due date may be established (by the customer) by adding the "Recommended Cal Interval" to the "Date Placed In Service."

No.	Function	Input	Low limit	Reading	Uncertainty	High limit
1	Outlook			<i>Pass</i>		
2	Range 30 A	3 A	2,774 A	2.993 A	0,073 A	3,226 A
	Range 30 A	15 A	14,63 A	15.00 A	0,16 A	15,37 A
	Range 30 A	30 A	29,45 A	30.00 A	0,28 A	30,55 A
	Range 300 A	200 A	196,0 A	200.0 A	1,6 A	204,0 A
	Range 3000 A	1000 A	972,0 A	998.4 A	7,6 A	1028,0 A

The measurements have been executed using standards which the traceability to (inter)national standard is guaranteed. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by coverage factor $k = 2$, which for a nominal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA Publication EA-4/02.

All results in accordance with technical specification.

Reference instruments:

No.	Instrument	Type	Certificate No.	Due
1	Calibration System	9100, Wavetek	20C01434	31.07.2021



METREL®

Measurement and Regulation Equipment Manufacturers

METREL d.d.
Ljubljanska c. 77
SI - 1354 HORJUL
SLOVENIA

Tel.: (+386 1) 7558 200
Fax.: (+386 1) 7549 095
<http://www.metrel.si>
e-mail: metrel@metrel.si

Class A Power Quality Analyser MI 2892 Power Master

Power Quality Analyser



The MI 2892 Power Master is a hand-held three phase power quality analyser with a large easy-to-read graphical colour display enabling the user to detect harmonics, phasors and waveforms anomalies in the installation simply by connecting the device. The instrument is designed for a long term recording as well as for troubleshooting power quality problems in three-phase and single-phase power distribution systems. The handy Quick Set buttons makes the instrument more user friendly and are allowing faster data overview for troubleshooting. Advanced PC SW package PowerView3 enables detailed analysis of recorded data, direct reading from the microSD memory card, analysis of long term records and automatic creation of professional test report.

MEASURING FUNCTIONS

- Voltage: TRMS, peak, crest factor (4-channels);
- Current: TRMS, peak, crest factor (4-channels);
- Power (active, reactive, apparent);
- Power measurements fully compliant with IEEE 1459 (active, non active, fundamental, harmonic, load unbalance) and classic (vector or arithmetic) method;
- VFD (variable frequency drives);
- Unbalance, flicker measurement;
- Harmonic and interharmonic analysis up to 50th harmonics, THD measurement;
- Energy (active, reactive, generated, consumed);
- Capturing and recording of power supply events (shutdowns, interruptions, swells, dips);
- Inrush currents monitoring and recording;
- Waveform/inrush displaying, snapshot and recording;
- Transients recording;
- Power quality analysis according to EN 50160, IEEE 519;
- Recording up to 7 adjustable alarms;
- Temperature measurement;
- Power factor, tg ϕ .

KEY FEATURES

- 4-voltage channels with wide measurement range: 0 ... 1000 Vrms (CAT III / 1000 V);
- 4-current channels with support for automatic clamp recognition and "on instrument" range selection;
- Automatic Smart Clamp detection and Smart Clamp range selection;
- Sampling frequency on transients recording 49 kSamples/sec;
- Compliance with power quality standard IEC 61000-4-30 Class A;
- Complete power quality analysis according to EN 50160 including signalling and interharmonics;
- Support for microSD memory card (8-GB supplied with the instrument) up to 32GB;
- Color-coded input terminals and terminal labels to suit your application region;
- Intuitive main menu and large icons that makes the equipment very easy to navigate and configure;
- Current clamp auto range selection;
- Powerful PC SW PowerView3 enables downloading, view, analysis of recorded data and professional report creation;
- Flexible clamps (without additional power supply) are included in the Euro and Advanced set;
- Remote communication via Ethernet (GPS clock synchronization - optional).

APPLICATION

- Energy consumption optimization;
- Power quality assessment and troubleshooting in low and middle voltage electrical systems;
- Checking power correction equipment performance;
- Long-term analysis;
- Predictive maintenance;
- Verification of electrical system capacity before adding loads.

STANDARDS

Safety:

- EN 61010-1

Measurements:

- IEC/EN 61000-4-30, Class A;
- IEC/EN 61557-12;
- IEC/EN 61000-4-7, Class I;
- IEC/EN 61000-4-15;
- EN 50160;
- IEEE 1448;
- IEEE 1459;
- IEEE 519

Electromagnetic compatibility (EMC):

- EN 61326

www.metrel.si




TECHNICAL SPECIFICATION


FUNCTION

Voltage Inputs	Ac+Dc	
Number of inputs	5	
Nominal voltage range (L - N)	Phase (L-N): 50 ... 1000 Vrms / Line (L-L): 50 ... 1730 Vrms	
Measuring range	10% ... 150% of nominal voltage	
Accuracy	IEC 61000-4-30 Class A, $\pm 0.1\%$ of nominal voltage,	
Sampling rate	7 kSamples per sec @ 50/60 Hz, sync with mains freq. 1.7 kSamples per sec @ VFD (5 Hz - 110 Hz) 12.2 kSamples per sec @ 400 Hz	
Mains frequency range	42,5 ... 69,0 Hz ± 10 mHz 5 ... 110 Hz ± 10 mHz (VFD) 335,0 ... 465,0 Hz ± 100 mHz	
Current Inputs	Ac+Dc	
Number of inputs	4	
Measuring range (with A 1227 / A 1502 flux clamps)	3 ... 6000 Arms $\pm 1.5\%$ of mv.	
Measuring range (with A1281 iron clamps)	50 m ... 1200 Arms $\pm 0.5\%$ of mv.	
Functions	Measuring range	Accuracy
Power (P, Q, S, cos fi, PF...)	Depends on voltage and selected clamps	IEC 61557-12 Class 1
Energy	Depends on voltage and selected clamps	Active: IEC 62053-21 Class 1 Reactive: IEC 62053-23 Class 2
Harmonics (DC ... 50th) @50/60 Hz	0 ... 20% of nom. voltage	IEC 61000-4-7 Class 1
Harmonics (DC ... 13th) @400 Hz		
Harmonics (DC ... 20th) @VFD (5 - 16 Hz)		
Harmonics (DC ... 13th) @VFD (16 - 33 Hz)		
Harmonics (DC ... 5th) @VFD (33 - 110 Hz)		
Interharmonics (1 ... 50th) @ 50/60 Hz	0 ... 20% of nom. voltage	IEC 61000-4-7 Class 1
Interharmonics (1 ... 20th) @VFD (5 - 16 Hz)		
Interharmonics (1 ... 13th) @VFD (16 - 33 Hz)		
Interharmonics (1 ... 5th) @VFD (33 - 110 Hz)		
Flicker	0.2 ... 10	IEC 61000-4-15 Class F3
Mains signalling	0 ... 15% of nom. voltage	IEC 61000-4-30 Class A
Unbalance	Voltage: 0 ... 5% Current: 0 ... 20%	
Temperature	-10 ... 85 °C	± 0.5 °C
Dips, Swell	10 ... 150% of nom. voltage	± 0.2 % of nominal voltage ± 1 cycle
Interrupts	0 ... 10% of nom. voltage	± 1 cycle
Recorders		
Memory	8GB microSD, up to 32GB supported	
General recorder		
Integration period	1s ... 2h	
Recorded signals	> 1000 (voltages, currents, harmonics, power...) Minimal, maximal and average value per interval - Voltage events - Custom alarms	
Duration	> 1 year (depends on size of SD card)	
Waveform recorder		
Duration	Up to 20 seconds of voltage and current waveform	
Trigger	Manual, Voltage Events, Custom Alarms, voltage or current level (inrush)	
Transient recorder		
Sampling rate	> 49ksamples/sec	
Duration	Up to 50 cycles of voltage and current waveform	
Trigger	Manual, voltage envelope or level	
General		
Display	4.3 inch colour TFT (480 x 272)	
Communication	USB, Ethernet, RS-232	
Time synchronisation	GPS receiver (A 1355)	
Power supply	110 ... 240 Vac or 6 x NiMH rechargeable batteries, size AA	
Overvoltage category	CAT IV / 600 V or CAT III / 1000 V	
Weight	0,96 kg	
Dimensions	230 x 140 x 80 mm	


OPTIONAL ACCESSORIES – AC FLEX CURRENT CLAMPS

Part No.	A 1501 / A 1502	A 1503	A 1227 / A 1445	A 1446
				
Nominal range	30/300/3000A	60/600/6000A	30/300/3000A	60/600/6000A
Measurement range	3 ... 6000 A	6 ... 12000 A	3 ... 6000 A	6 ... 12000 A
Accuracy	±1%	±1%	±1%	±1%
β	7/14 cm	27 cm	14/19 cm	27 cm
Sensor length	25/48 cm	90 cm	48/68 cm	90 cm
Overvoltage category	CAT IV / 600V	CAT IV / 600V	CAT IV / 600V	CAT IV / 600V
IP	IP 64	IP 64	IP 64	IP 64


OPTIONAL ACCESSORIES – AC IRON CURRENT CLAMPS

Part No.	A 1588	A 1069	A 1281	A 1033
				
Nominal range	0.5/5/50A	10/100A	0.5/5/100/1000A	100/1000A
Measurement range	0.05 ... 100A	0.5 ... 200 A	0.05 ... 1200 A	5 ... 1200 A
Accuracy	±0.5%	±1%	±0.5%	±2%
Jaw opening	4 cm	1.3 cm	5.2 cm	5.2 cm
Max. conductor	< 50 mm	< 50 mm	< 50 mm	< 15 mm
Overvoltage category	CAT II / 600V	CAT III / 600V	CAT III / 600V	CAT III/600V
IP	IP 40	IP 20	IP 20	IP 20

OPTIONAL ACCESSORIES – AC/DC CURRENT CLAMPS

Part No.	A 1391 PQA	A 1717	A 1636
			
Nominal range	40/300 A	100/1000A	DC: 2000A AC: 1000A
Measurement range	2 ... 300 A	3 ... 1000A	DC: 40 ... 2000 A AC: 20 ... 1000A
Accuracy	±3%	±1%±1A	
Jaw opening	2.5 cm	5.1 cm	7.3 cm
Max. conductor	< 22 mm	< 52 mm	< 68 mm
Overvoltage category	CAT IV/600V	CAT III / 600V	CAT II / 600V
IP	IP 40	IP 40	IP 40

OPTIONAL ACCESSORIES – I/U TRANSDUCER

Part No.	A 1037
	
Nominal range	0.5/ 5A
Measurement range	0.01 ... 10A
Accuracy	±0.3%
Overvoltage category	CAT III/600V
IP	IP 40

OPTIONAL ACCESSORIES

Photo	Order No.	Description
	A 1479	Wide range power supply
	A 1355	GPS receiver
	A 1622	3G/ Wi-Fi Router
	A 1631	EV monitoring cable
	A 1565	Waterproof case for outdoor application and recordings (pylons, switchyards)
	A 1577	Waterproof case with a telescopic handle and smooth-running wheels
	S 2014	Safety fuse adapter, 3 pcs
	S 2015	Safety flat clamp, 4 pcs
	A 1198	Magnetic contact probe
	A 1354	Temperature probe
	A 1648	Current clamp A 1281 extension cable, 5 m
	A 1673	Micro SD card 32GB
	A 1458	SanDisk microSD card reader

PC SOFTWARE POWERVIEW 3

PC Software PowerView 3 software is a powerful platform for downloading, analysing recorded data and creation of power quality test reports. PC Software contains a package of functionalities needed for profound evaluation of power quality phenomena, data comparison and creation of complex test reports. It works in conjunction with Metrel new generation power quality analysers. For the instruments equipped with GPRS functionality PowerView3 enables remote control and data download.



KEY FEATURES

- User friendly interface: wide range of quick buttons, possibility to customize the environment by dragging, docking and resizing the window tabs.
- Structure: downloaded data is organized into Windows Explorer-like tree structure.
- "Drag and drop": downloaded data can be easily organized into multiple sites and sub-site locations.
- Data filtering: data in a structure can be grouped by quantity or by phase.
- Views: depending on selected record type, different views are available (Record Information view, Trend Chart view, Table view, Waveform Scope view, Voltage Quality view, etc.)
- EN 50160 analysis: automatic voltage quality analysis in compliance with custom or predefined EN 50160 Power Quality criteria and quick report printing.
- Chart zoom: chart can be zoomed depending on selected in a table value range.
- Remote control: via GPRS communication remote handling of the instrument and its data can be executed.
- GPS synchronization: simultaneous measurement on the different network points by using 2 or more synchronized instruments.
- On-line monitoring: real-time observing of signals and parameters is possible via PowerView3 while instrument is measuring / recording in the background.
- Export of test results: test results can be filtered and exported to other programs (MS Excel, MS Word, CSV, TXT).
- Reports: automatic generation of test reports from the selected views and data with attached graphs according specific standards/national specification, like: IEEE 519, GOST 32144/33073, Energy report, Energy demand report Código de RED
- SW and FW update: PowerView3 checks for new versions of the application and downloads updates from the Internet if necessary.

METREL D.D.
Measuring and Regulation Equipment Manufacturer
Ljubljanska 77, SI-1354 Horjul, Slovenia
T +386 (0)1 75 58 200, F +386 (0)1 75 49 226
metrel@metrel.si, www.metrel.si

Notes: Photographs in this catalogue may slightly differ from the instruments at the time of delivery.
Subject to technical change without notice.

ORDERING INFORMATION



MI 2892 Advanced set (AD)

- Instrument Power Master
- A 1502 1-phase flexible current clamps 3000 / 300 / 30A, 4 pcs
- Test probe, (brown, black, grey, green, blue), 5 pcs
- Crocodile clip, (brown, black, grey, green, blue), 5 pcs
- Voltage measurement lead, (brown, black, grey, green, blue), 5 pcs
- Labels for colour coding
- Temperature probe
- microSD memory card 8.0GB
- microSD card reader
- PC SW PowerView3
- USB and Ethernet patch cable
- Power supply adapter
- 1.2V NiMH rechargeable battery, 6 pcs
- Professional protective waterproof case (A 1685)
- Instruction manual
- Calibration certificate



MI 2892 Euro set (EU)

- A 1227 1-phase flexible current clamps 3000 / 300 / 30A, 4pcs (instead of A 1502 flexible current clamps)



MI 2892 Standard set (ST)

- Without flexible current clamps



ANEXO III

P20010

REGISTRO DE CONSUMO LOS SERVICIOS AUXILIARES

ANEXO IV

P20010

REGISTRO DE MEDICIONES MÍNIMO TÉCNICO