

APENDICE N. SISTEMAS DE CONVERSIÓN, MEDIDA Y PROTECCIONES

El presente anexo documenta la selección de los activos tecnológicos que permiten la transformación y gestión del flujo energético en el corregimiento. Se describen los sistemas de conversión DC/AC, priorizando la eficiencia operativa y la capacidad de gestión de baterías. Asimismo, se incluye el dimensionamiento de los sistemas de medida, y los dispositivos de protección destinados a la mitigación de fallas tanto en el lado de corriente continua como en el de corriente alterna, asegurando una operación resiliente frente a las perturbaciones de la red de distribución local.

1. DIMENSIONAMIENTO PARA CUBRIR LA TOTALIDAD DEL CONSUMO PROMEDIO DEL CORREGIMIENTO ASUMIENDO EL CAMBIO DEL TRANSFORMADOR 1.

1.1 Selección del inversor. La elección del inversor en un sistema fotovoltaico conectado a red implica evaluar cuidadosamente la corriente de cortocircuito de los módulos y la corriente máxima admisible en la entrada del inversor. Este análisis es clave para asegurar la compatibilidad entre los equipos y garantizar que el inversor pueda operar de manera segura dentro de su rango de diseño, gestionando adecuadamente la potencia nominal entregada por los paneles bajo condiciones estándar de funcionamiento.

Para la conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC), se seleccionó un inversor trifásico Growatt WIT 50-100K-HU/AU híbrido, se observa en la figura N1 su ficha técnica, el cual cumple con las exigencias técnicas del sistema fotovoltaico planteado y ofrece altos niveles de eficiencia, protección y adaptabilidad. Este equipo cuenta con una

potencia nominal de 63 kW y una máxima de 69,3 kVA, dispone de 8 seguidores MPPT (Maximum Power Point Tracking), cada uno con 2 string, lo que permite un total de 16 puntos de conexión para el acoplamiento del sistema fotovoltaico. Además, admite una corriente máxima de 20 A por cadena y 40 A por string, característica que favorece una captación óptima de energía en escenarios donde los módulos presentan distintas condiciones de irradiación, orientación o sombreadamiento parcial, y cuenta con salida en AC trifásica para su integración con la red eléctrica.

Figura N1. Fotografía de inversor seleccionado.



Fuente: Ficha técnica inversor trifásico On Grid Deye de 70 kW

Figura N2. Ficha técnica inversor.

Overview	Product Description		Company Profile	
Datasheet	WIT 50K-H WIT 50K-HU	WIT 63K-H WIT 63K-HU	WIT 75K-H WIT 75K-HU	WIT 100K-H WIT 100K-HU
Input Data (PV)				
Max. recommended PV power(for module STC)	109.2kW	124.8kW	156kW	156kW
Start voltage	195V			
Max. input voltage	1100V			
Max. open circuit voltage of PV*	1000V			
MPPT nominal voltage/range	550V, 180V-800V			
Max. input current per MPP tracker	32A			
Max. short-circuit current per MPP tracker	40A (20A per string)			
No. of PV strings per MPP tracker	2			
No. of MPP trackers	7	8	10	10
Output Data (AC)				
AC nominal power	50kW	63kW	75kW	100kW
Max. AC apparent power	55kVA	69.3kVA	82.5kVA	110kVA
Nominal AC voltage/range	380/400/415V;-15%~+10%			
AC grid frequency/range	50/60Hz , 45-55Hz/55-65Hz			
Max. output current	83.3A	105A	125A	166.7A

Fuente: Ficha técnica inversor trifásico On Grid Deye de 70 kW

1.2 Dimensionamiento de conductores. En este apartado se desarrollan los cálculos utilizados para definir los conductores eléctricos del sistema fotovoltaico, dado que una selección adecuada de los calibres resulta esencial para asegurar un funcionamiento seguro, eficiente y conforme a la normativa vigente. Para ello, se consideran factores como la corriente máxima de operación, las longitudes de los tramos de cableado, los límites admisibles de caída de tensión establecidos en el RETIE y la NTC, la capacidad de transporte de corriente de los conductores y el tipo de canalización empleada.

Adicionalmente, se tienen en cuenta condiciones particulares de la instalación, como la presencia de tramos de cableado existentes, correspondientes a la acometida y a las salidas de los tableros internos.

Tabla N1. Cálculo de conductores.

#	Desde	Hasta	Tensión (V)	Corriente (A)	Longitud	Material	Sección comercial AWG	% Caída de tensión
1	Paneles	Inversor	435,42	15,05	30	Cu	12	1,428278045
1.	Paneles	Inversor	241,9	15,05	30	Cu	10	1,615994588
1.	Paneles	Inversor	193,52	15,05	30	Cu	10	2,019993235
2	Paneles	Inversor	290,28	15,05	30	Cu	10	1,346662157
1.	Paneles	Inversor	290,28	15,05	30	Cu	10	1,346662157
3	Paneles	Inversor	290,28	15,05	30	Cu	10	1,346662157
2	Inversor	Batería	512	25	2	Cu	8	0,053097135
3	Inversor	TF	415	107,25	7	Cu	1/0	0,153698908

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Selección del transformador. Esta selección implica que la capacidad pico de generación del sistema no genere el 50% de la potencia nominal del transformador, esto nos asegura estar dentro de los parámetros establecidos por la normativa, por lo que la capacidad máxima del inversor es quien nos establece este límite, teniendo en cuenta que se seleccionó uno de 69,3 kVA y la capacidad comercial más cercana del doble de esta potencia es 150 kVA se selecciona el transformador trifásico convencional 150 kVA Rymel Magneton, fabricado conforme a la norma ANSI C-57.12.00 IEC-76, NTC y RETIE.

Figura N3. Fotografía del transformador seleccionado.



Fuente: Ficha técnica transformador trifásico convencional 150 kVA Rymel Magnetron

Figura N4. Ficha técnica del transformador seleccionado.

Características Técnicas	
Volumen de Aceite	216 L
Peso Aproximado	677 kg
Nivel de Aislamiento	17.5 kV
Tensión Primaria	13.2 kV
Tensión Secundaria	220/208/440 V
Tipo de Refrigeración	ONAN
BIL Primario/Secundario	95/30 kV
Dimensiones (mm)	1235x925x928 (Ancho x Largo x Alto)

Fuente: Ficha técnica transformador trifásico convencional 150 kVA Rymel Magnetron

1.3 Selección de protecciones.

Tabla N2. Cálculo de protecciones.

Tramo	Corriente de diseño (A)	# AWG	Dispositivo	Corriente nominal (A)	Tensión nominal del dispositivo	Capacidad de interrupción	Observaciones
1	15,05	12	Interruptor DC	25	500 VDC	>10 kA	Único por conductor
1.1	15,05	10	Interruptor DC	30	300 VDC	>10 kA	Único por conductor
1.2	15,05	10	Interruptor DC	30	300 VDC	>10 kA	Único por conductor
1.3	15,05	10	Interruptor DC	30	300 VDC	>10 kA	Único por conductor
1	15,05	10	Interruptor DC	30	1000 VDC	>20 kA	Único por conductor
2	25	8	Interruptor DC	40	48 VDC	>10 kA	Ubicación a la salida del banco de baterías
3	107,25	1/0	Interruptor Termomagnético + diferencial	125	415 VAC	>10 kA	Ubicación en tablero de distribución
3	107,25	1/0	Seccionador	125	415 VAC	>10 kA	Ubicación en tablero de distribución
3	107,25	1/0	DPS AC tipo 2	125	415 VAC	>10 kA	Ubicación en tablero de distribución

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Sistema de medida bidireccional de generación y consumo. En los sistemas fotovoltaicos interconectados a la red bajo esquemas de autoconsumo con entrega de excedentes, como el propuesto para el corregimiento de Canaletal, en el sur de Bolívar, resulta imprescindible contar con un medidor de energía bidireccional. Este equipo permite contabilizar de manera independiente la energía tomada de la red eléctrica y aquella que es entregada por el sistema fotovoltaico, lo cual es necesario para realizar un adecuado balance energético y aplicar correctamente los mecanismos de facturación correspondientes.

La implementación de este tipo de medición se sustenta en lo dispuesto por la Resolución CREG 030 de 2018, junto con lo establecido en la Resolución CREG 038 de 2014, donde se definen las condiciones técnicas y comerciales aplicables a los usuarios que cuentan con generación distribuida en Colombia. Estas disposiciones señalan que el comercializador de energía debe asegurar la instalación de un medidor capaz de registrar flujos de energía en ambos sentidos en el punto de conexión, con el fin de viabilizar el esquema de medición neta. Desde una perspectiva técnica, el medidor a instalar debe cumplir, como mínimo, con los siguientes requerimientos:

- Capacidad para medir energía entrante y saliente de la red.
- Compatibilidad con sistemas eléctricos bifásicos a 440 V, acordes con las características del proyecto.
- Clase de precisión igual o superior a 0,5, conforme a lo establecido por el RETIE para puntos de frontera comercial.
- Posibilidad de integración con sistemas de monitoreo y lectura remota, característica recomendable para una mejor gestión operativa.

Por lo que la elección de un medidor bidireccional no solo obedece a una exigencia regulatoria, sino también a una condición técnica indispensable para asegurar el adecuado funcionamiento, control y administración del sistema de generación distribuida. La instalación y correcta parametrización de este equipo corresponderá al operador de red y/o al comercializador, siguiendo los lineamientos definidos en la normativa vigente.

2. DIMENSIONAMIENTO PARA CUBRIR EL 50% DE LA CAPACIDAD TRANSFORMADORES ACTUALES

2.1 Selección de los inversores

Figura N5. Ficha técnica del inversor seleccionado.

Model	SUN-8K -SG01HP3- EU-AM2	SUN-10K - SG01HP3-EU-AM2	SUN-12K - SG01HP3-EU-AM2	SUN-15K -SG01HP3- EU-AM2	SUN-20K -SG01HP3- EU-AM2
Battery Input Date					
Battery Type	Lithium-ion				
Battery Voltage Range(V)	160-700				
Max.Charging Current(A)	37				
Max.Discharging Current(A)	37				
Charging Strategy for Li-ion Battery	Self-adaption to BMS				
Number of battery input	1				
PV String Input Date					
Max DC Input Power(W)	10400	13000	15600	19500	26000
Max DC Input Voltage(V)	1000				
Start-up Voltage(V)	180				
MPPT Voltage Range(V)	150-850				
Rated DC Input Voltage(V)	600				
Max Input Short-Circuit Current(A)	30+30		39+30		39+39
Max Operating PV Input Current(A)	20+20		26+20		26+26
No.of MPP Trackers/No.of String Per MPP Tracker	2/1+1		2/2+1		2/2+2
AC Input/Output Date					
Rated AC Input/Output Active Power(W)	8000	10000	12000	15000	20000
Max AC Input/Output Apparent Power (VA)	8800	11000	13200	16500	22000
Peak Power (off-grid)(W)	1.5 times of rated power,10s				
Rated AC Input/Output Current(A)	12.2/11.6	15.2/14.5	18.2/17.4	22.8/21.8	30.4/29
Max AC Input/Output Current(A)	13.4/12.8	16.7/16	20/19.2	25/24	33.4/31.9
Max Continuous AC Passthrough (grid to load)(A)	40		80		
Rated Input/Output Voltage/Range(V)	220/380V,230/400V 0.85Un-1.1Un				
Grid Connection Form	3L+N+PE				
Rated Input/Output Grid Frequency/Range	50Hz/45Hz-55Hz 60Hz/55Hz-65Hz				
Power Factor Adjustment Range	0.8 leading to 0.8 lagging				
Total Current Harmonic Distortion THDi	<3% (of nominal power)				
DC Injection Current	<0.5%In				

Fuente: Ficha técnica inversor trifásico Growatt MID 22KTL3-XH Híbrido

Figura N6. Ficha técnica del inversor seleccionado.

FICHA TÉCNICA	
Tipo de Venta	Venta por Unidad
Marca	SOLIS
Modelo	S6-EH3P40K-H
Tipo	Hibrido
Potencia Máxima de Entrada Utilizable	80 kW
Voltaje Máximo de Sistema	1000 VDC
Voltaje Nominal	600 VDC
Voltaje de Arranque	180 VDC
Rango de voltaje MPPT	150 - 850 VDC
Corriente de Cortocircuito (Icc)	4x60 A
Comunicación	RS485, WIFI OPCIONAL, GPRS, APP
Potencia Nominal de Salida	40 kW
Voltaje Nominal de la Red	230 / 400 VAC
Frecuencia	50/60 Hz
Corriente Nominal de Salida de Red	76 / 72.2 A
Corriente Máxima de Salida	76 A
Factor de Potencia	>0.99
Dimensiones	530x880x290 mm
Eficiencia	97.8 %
Peso	73 Kg

¿Tienes alguna duda o consulta en relación a las especificaciones técnicas de nuestro producto? Visita el chat en nuestra web www.vitelenergia.com y un ejecutivo comercial responderá tus inquietudes.

También puedes contactarnos al: (+56) 22927 9200 o escribimos a: comercial@vitel.cl

Fuente: Ficha técnica inversor trifásico Solis S6-EH3P40K-H

2.2 Dimensionamiento de conductores

Tabla N3. Cálculo de conductores.

#	Desde	Hasta	Tensión (V)	Corriente (A)	Longitud	Material	Sección comercial AWG	% Caída de tensión
1	Paneles	Inversor	387,04	15,05	30	Cu	12	1,428278045
1.1	Paneles	Inversor	241,9	15,05	30	Cu	10	1,615994588
2	Inversor	Batería	512	25	2	Cu	8	0,79291721
3	Inversor	TF	240	90,317	7	Cu	1/0	0,153698908

Fuente: elaboración propia.

2.3 Selección de protecciones

Tabla N4. Cálculo de protecciones.

#	Corriente de diseño (A)	# AWG	Dispositivo	Corriente nominal (A)	Tensión nominal del dispositivo	Capacidad de interrupción	Observaciones
1	15,05	12	Interruptor DC	25	500 VDC	>10 kA	Único por conductor
1.1	15,05	10	Interruptor DC	30	300 VDC	>10 kA	Único por conductor
2	25	8	Interruptor DC	40	512	>10 kA	Ubicación a la salida del banco de baterías
3	90,317	1/0	Interruptor Termomagnético + diferencial	125	415 VAC	>10 kA	Ubicación en tablero de distribución
3	90,317	1/0	Seccionador	125	415 VAC	>10 kA	Ubicación en tablero de

							distribución
							Ubicación en
3	90,317	1/0	DPS AC tipo 2	125	415 VAC	>10 kA	tablero de
							distribución

Fuente: elaboración propia.

2.4 Sistema de medida bidireccional de generación y consumo. La implementación de un sistema de medida bidireccional de generación y consumo es fundamental para garantizar un control preciso y confiable de los flujos de energía eléctrica en instalaciones con generación distribuida. En la segunda alternativa propuesta, la instalación de dos fronteras comerciales de nivel 1 bidireccional permite registrar de manera independiente y exacta tanto la energía generada por el sistema como la energía inyectada y/o consumida desde la red eléctrica.

Este esquema de medición asegura el cumplimiento de los requisitos regulatorios y comerciales establecidos por el operador de red, facilita la correcta liquidación de la energía intercambiada, y proporciona información detallada para la evaluación del desempeño técnico y económico del sistema. Adicionalmente, la medición bidireccional contribuye a la transparencia en la facturación, permite verificar los beneficios asociados a la autogeneración y la inyección de excedentes, y apoya la toma de decisiones para la optimización de la operación y mantenimiento del sistema.