

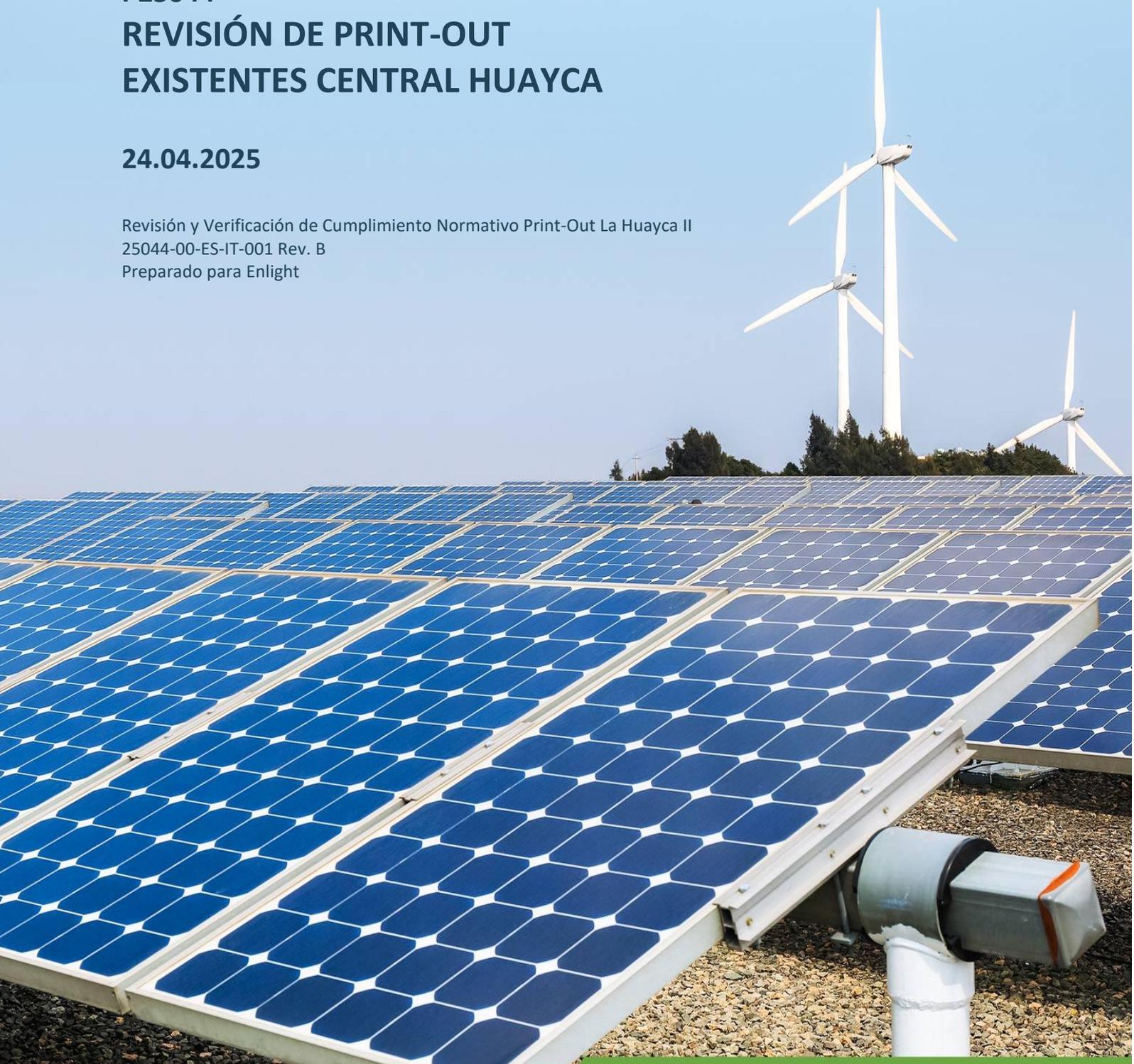


P25044

REVISIÓN DE PRINT-OUT EXISTENTES CENTRAL HUAYCA

24.04.2025

Revisión y Verificación de Cumplimiento Normativo Print-Out La Huayca II
25044-00-ES-IT-001 Rev. B
Preparado para Enlight





P25044

REVISIÓN DE PRINT-OUT EXISTENTES CENTRAL HUAYCA

Revisión y Verificación de Cumplimiento Normativo Print-Out La Huayca II

I-SEP Ingenieros SpA

Ingeniería en Sistemas Eléctricos de Potencia

Padre Mariano 82
Oficina 603
Providencia, Santiago
Chile

+56 2 2604 8761

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

REV.	PREPARADO POR	FECHA	REVISADO POR	FECHA	COMENTARIOS
Rev. A	Angélica Escobar M.	23.04.2025	Cristóbal Valenzuela	23.04.2025	Emitido para revisión interna
Rev. B	Angélica Escobar M.	24.04.2025			Emitido para revisión cliente

CONTENIDOS

1. RESUMEN EJECUTIVO	5
2. OBJETIVOS Y ALCANCE	5
3. REFERENCIAS	6
3.1. Normas, estándares y bibliografía	6
3.2. Documentos CEN y CNE.....	6
3.3. Documentos del proyecto	6
3.4. Información técnica de instalaciones existentes.....	7
3.4.1. Sistemas de protección existentes.....	7
4. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PROTECCIONES PFV LA HUAYCA II	9
4.1. S/E La Huayca II 23 kV – Celda E1.....	9
4.2. S/E La Huayca II 23 kV – Celda E2.....	12
4.3. S/E La Huayca II 23 kV – Celda E3.....	15
4.4. S/E La Huayca II 23 kV – Celda ET1	18
4.5. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (Protección del transformador)	20
4.6. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (Protección de línea)	21
4.6.1. Sistema 1: MiCOM P433.....	21
4.6.2. Sistema 2: MiCOM P139.....	22
4.7. Tap Off Tamarugal 66 kV – Paño B1	25
4.7.1. Sistema 1: MiCOM P433.....	25
4.7.2. Sistema 2: MiCOM P139.....	27
4.8. Resumen análisis del sistema de protecciones	30
5. CAMBIOS DE AJUSTES PROPUESTOS	31
5.1. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (protección de línea) Sistema 2 MiCOM P139.....	31
5.1.1. Función de sobre y baja frecuencia (81O/U).....	31
5.2. Tap Off Tamarugal 66 kV – Paño B1 (protección de línea) Sistema 2 MiCOM P139 ...	32
5.2.1. Función de baja tensión (27).....	32
6. RECOMENDACIONES.....	33
6.1. S/E La Huayca II 23 kV – Celdas E1, E2 y E3.....	33
6.1.1. Función de sobrecorriente de fase (50)	33
6.2. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (protección de línea) Sistema 2 MiCOM P139.....	33
6.2.1. Función de falla del interruptor (50BF).....	33

6.3. S/E La Huayca II 23 kV – Celda ET1	34
6.3.1. Función de falla del interruptor (50BF)	34
7. CONCLUSIONES	35
8. ANEXOS	36

1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe analizará el sistema de protecciones asociado a la conexión del parque Fotovoltaico La Huayca II, el cual es un parque fotovoltaico de 30 MW nominales que se interconecta al sistema eléctrico a través de una conexión en derivación de la línea Pozo Almonte – Tamarugal 66 kV, en el tap off Tamarugal hacia la subestación elevadora Huayca II.

Se han analizado por medio de los archivos print-outs los ajustes de protección habilitados actualmente en relé, con el objetivo de validar si los ajustes coinciden con los criterios establecidos en el Estudio de Ajuste y Coordinación de Protecciones del proyecto. Asimismo, se verifica si los ajustes actuales implican algún incumplimiento de los requerimientos de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio vigente (marzo 2025). Los principales hallazgos del estudio se resumen a continuación.

- Se detectó la existencia de un incumplimiento normativo en los ajustes de sobre y baja frecuencia (810/81U) habilitados en el sistema 2 MiCOM P139 del paño BT1 de la S/E La Huayca II, asociado a la protección de la línea hacia el Tap Off Tamarugal. Los ajustes actuales no cumplen con los requerimientos de operación de frecuencia exigidos en el artículo 3-10 de la NTSyCS, específicamente no se cumple con la operación en la banda de 48,0 – 49,0 Hz y con la banda de 51,0 – 52,0 Hz. Asimismo, se detectó que este ajuste no coincide con la parametrización indicada en el antecedente de origen del ajuste (referencia [d]). Se recomiendan cambios de ajustes que permitan cumplir con la normativa vigente.
- Se detectó la existencia de un incumplimiento normativo en los ajustes de baja tensión (27) habilitados en el sistema 2 MiCOM P139 del paño B1 del Tap Off Tamarugal, asociado a la protección de la línea hacia el PFV La Huayca. Los ajustes actuales no cumplen con los requerimientos de huecos de tensión exigidos en el artículo 3-8 de la NTSyCS, siendo la banda de tensión ajustada inferior a especificada en la norma. Se recomiendan cambios de ajustes que permitan cumplir con la normativa vigente.
- Se concluye que los tiempos mínimos de despeje de falla exigidos en el artículo 5-40 de la NTSyCS se cumplen con la parametrización actual de los equipos de protección asociados a la red de 66 kV del PFV La Huayca II, siendo iguales o inferiores a 400 ms (20 ciclos).
- Los tiempos de despeje en el lado de 23 kV del PFV La Huayca, para el caso de fallas en la barra de 23 kV son de 600 ms, que coincide con los criterios del Estudio de Coordinación original (referencia [a]), priorizando en este caso coordinación con los ajustes del sistema colector por sobre los tiempos de despeje de 400 ms exigidos en la norma técnica, lo cual es una práctica habitual en la parametrización de protecciones de parques fotovoltaicos.
- Se detectó una discrepancia en los ajustes de la función de sobrecorriente de fase (50) habilitadas en las celdas E1, E2 y E3 del PFV La Huayca con respecto al antecedente de origen del ajuste (referencia [d]). Sin embargo, el ajuste actual no implica incumplimientos normativos, pero se recomiendan mejoras en los ajustes actuales.

2. OBJETIVOS Y ALCANCE

- Analizar los ajustes actuales de los sistemas de protección asociados al parque fotovoltaico La Huayca II, específicamente se analizan los siguientes relés:
 - Paño B1 Tap Off Tamarugal: Sistemas 1 y 2.
 - Paño BT1 S/E La Huayca II: Sistemas 1 y 2 (protecciones de línea).
 - Paño BT1 S/E La Huayca II: Sistema 1 (protección del transformador).
 - Celdas ET1, E1,E2 y E3 S/E La Huayca II: Sistemas 1.

- Comparar los ajustes actualmente parametrizados en los relés con el Estudio de Ajuste y Coordinación de protecciones del proyecto.
- Determinar la existencia de incumplimientos normativos según la versión vigente de la NTSyCS (marzo 2025).

3. REFERENCIAS

3.1. Normas, estándares y bibliografía

Para la elaboración del presente documento fueron utilizadas como referencia las normas técnicas nacionales e internacionales indicadas a continuación:

- [I] Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio, versión marzo del 2025.
- [II] Anexo Técnico “Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión” de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio.

3.2. Documentos CEN y CNE

- [1] Base de datos de corto plazo “2411-CP-COORD-DEE” elaborada por el CEN – noviembre 2024.

3.3. Documentos del proyecto

- [a] Documento “Estudio Conexión Planta Fotovoltaica La Huayca 2 – 30 MW Al SING – Protecciones “526_08_14_INFM_001_V7_final.pdf” – enero del 2016.
- [b] Documento “ Estudio Complementario Protecciones de distancia Planta Fotovoltaica La Huayca 2 “160120_Amendment_protection_study_final_rev1.pdf” – enero del 2016.
- [c] Plano “Diagrama Unilineal instalación fotovoltaica La Huayca II Etapa 2a “133-6-100-U-004-A_Diagrama unilineal syst de transm Ila_150727.pdf” – mayo del 2015.
- [d] Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016.
- [e] Print-out “P139_J02_52E1_OC_Prot.pdf” – celda E1 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [f] Print-out “P139_J03_52E2_OC_Prot.pdf” – celda E2 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [g] Print-out “P139_J04_52E3_OC_Prot.pdf” – celda E3 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [h] Print-out “P139_OC_Prot.pdf” - paño BT1 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [i] Print-out “P433_Dis_Prot.pdf” – paño BT1 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [j] Print-out “P632_Dif_Prot.pdf” – paño BT1 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [k] Print-out “P433_Dis_Prot_Tap_Off.pdf” – paño B1 Tap Off Tamarugal, extraído desde el equipo – abril del 2025.

- [l] Print-out “P139_OC_Prot_Tap_Off” – paño B1 Tap Off Tamarugal, extraído desde el equipo – abril del 2025.
- [m] Print-out “P139_J01_INCOMING_OC_Prot2.pdf” – paño ET1 S/E La Huayca II, extraído desde el equipo – abril del 2025.

3.4. Información técnica de instalaciones existentes

3.4.1. Sistemas de protección existentes

El PFV La Huayca II se conecta al sistema eléctrico nacional a través del Tap off Tamarugal mediante una línea de 66 kV. La figura a continuación muestra el diagrama unilineal asociado al parque La Huayca II.

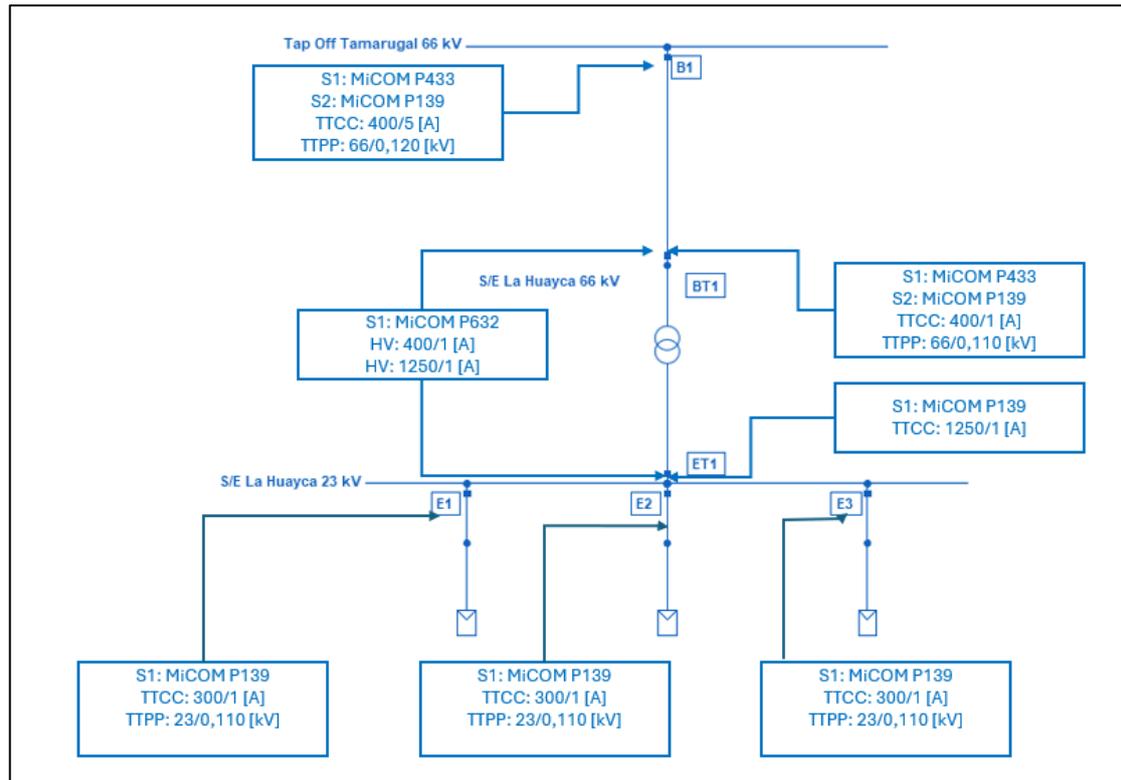


Figura 3-1: Esquema de protecciones PFV La Huayca II

La tabla a continuación resume los sistemas de protección asociados a la conexión del PFV La Huayca II, los cuales se analizarán en el presente estudio.

Tabla 3-1: Sistemas de protección PFV La Huayca II

ID INFOTÉCNICA	SUBESTACIÓN	PAÑO/ CELDA	ELEMENTO PROTEGIDO	MODELO RELÉ	TTCC [A] TTPP [kV]	FUNCIONES HABILITADAS	REFERENCIA AJUSTES
19780	La Huayca II 23 kV	E1	Módulo 1 PFV	S1: MiCOM P139	300/1 [A] 23/0,110 [kV]	67,50,51N	[e]
19781		E2	Módulo 2 PFV	S1: MiCOM P139	300/1 [A] 23/0,110 [kV]	67,50,51N	[f]
19782		E3	Módulo 3 PFV	S1: MiCOM P139	300/1 [A] 23/0,110 [kV]	67,50,51N	[g]
19779		ET1	Incoming 23 kV	S1: MiCOM P139	1250/1 [A] 23/0,110 [kV]	51,51N,50BF	[m]
19778	La Huayca II 66 kV	BT1	Transformador La Huayca II	S1: MiCOM P632	HV: 400/1 [A] LV: 1250/1 [A]	87T	[j]
19776		BT1	LT Tap Off Tamarugal – La Huayca II 66 kV	S1: MiCOM P433	400/1 [A] 66/0,110 [kV]	21,21N, 85A	[i]
19777		BT1		S2: MiCOM P139	400/1 [A] 66/0,110 [kV]	51,51N,81,50BF	[h]
19774	Tap Off Tamarugal	B1	LT Tap Off Tamarugal – La Huayca II 66 kV	S1: MiCOM P433	400/5 [A] 66/0,120 [kV]	21,21N,27, 85A	[k]
19775		B1		S2: MiCOM P139	400/5 [A] 66/0,120 [kV]	51,51N,27,59	[l]

4. ANÁLISIS DE SISTEMAS DE PROTECCIONES PFV LA HUAYCA II

4.1. S/E La Huayca II 23 kV – Celda E1

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, la celda E1 cuenta con un relé MiCOM P139 con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [e]).

- **Función de sobrecorriente de fase direccional (67):** Función de tiempo definido, con dirección hacia el circuito protegido, con pickup de 279 A.prim (0,93xIn) y temporización de 1 segundo.

017.005: tGS	PS1:	0.00 s
DTC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	0.93 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	8.00 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.00 s
SCDD		
076.235: Enable	PS1:	Yes
017.074: Trip bias	PS1:	Yes
017.071: Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077: VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/©3)
071.056: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078: Block. bias G	PS1:	No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-1: Ajustes función 67 - Celda E1 S/E La Huayca II [e]

Es importante destacar que el ECAP de origen (referencia [a]) no menciona los criterios y ajustes de esta celda, por lo que no es posible realizar una comparativa. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una

tabla los ajustes de protección de la función 67, los cuales coinciden con la parametrización actualmente cargada en el equipo.

- **Función de sobrecorriente de fase de tiempo definido (50):** Función adireccional, con un pickup de 2400 A.prim (8xInom) y temporización instantánea.

017.005: tG>	PS1:	0.00 s
DTOC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	0.93 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	8.00 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.00 s
SCDD		
076.235: Enable	PS1:	Yes
017.074: Trip bias	PS1:	Yes
017.071: Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077: VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/©3)
071.056: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078: Block. bias G	PS1:	No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-2: Ajustes función 50 - Celda E1 S/E La Huayca II [e]

Como se mencionó anteriormente, el ECAP de origen no indica los ajustes de esta función. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 50. Realizando una comparativa se observan diferencias entre el ajuste indicado en el plano versus lo parametrizado actualmente en relé, como se observa en la Figura 4-3 se indica un umbral de 900 A.prim y temporización de 0,3 segundos. No se detectó en la plataforma de Infotécnica o PGP algún estudio complementario que proponga cambios de ajustes para esta celda, por lo que se presume que el ajuste actualmente parametrizado en el equipo fue un cambio posterior realizado, disminuyendo su sensibilidad para evitar operaciones indeseadas. Si bien el ajuste actual no incurre en ningún incumplimiento normativo, en la sección 6.1.1 se recomiendan mejoras en su parametrización.

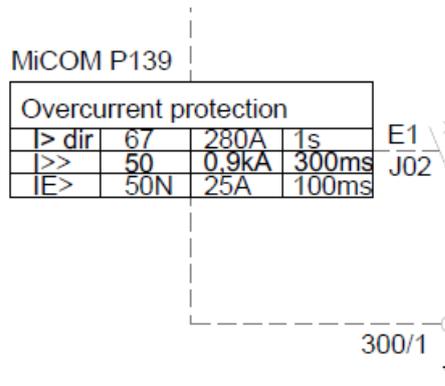


Figura 4-3: Ajustes función 50 de celda E1 especificadas en referencia [d]

- **Función de sobrecorriente residual de tiempo definido (51N):** Función adireccional, con un pickup de 24,9 A.prim (0,083xInom) y temporización de 0,1 segundos.

072.128: Eval. IN>, >>, >>> PS1: Measured

017.003: IN> PS1: 0.083 Inom

017.081: IN> dynamic PS1: Blocked

017.009: IN>> PS1: Blocked

017.086: IN>> dynamic PS1: Blocked

017.018: IN>>> PS1: Blocked

017.087: IN>>> dynamic PS1: Blocked

017.008: tIN> PS1: 0.10 s

072.018: IN>>>> PS1: Blocked

017.010: tIN>> PS1: Blocked

072.036: IN>>>> dyn. PS1: Blocked

017.019: tIN>>> PS1: Blocked

017.055: Puls.prol.IN>,intPS1: 0.08 s

017.056: tIN,interm. PS1: Blocked

017.057: Hold-t. tIN>,intmPS1: 0.0 s

072.030: tIN>>>> PS1: Blocked

Función	Descripción	PS1	Valor
076.235	Enable	PS1:	Yes
017.074	Trip bias	PS1:	Yes
017.071	Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072	Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066	Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073	Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075	Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067	Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076	Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077	VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/@3)
071.056	Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078	Block. bias G	PS1:	No
010.109	Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-4: Ajustes función 50N - Celda E1 S/E La Huayca II [f]

Como se mencionó anteriormente, el ECAP de origen no indica los ajustes de esta función. Sin embargo, el Plano "Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II "133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519"" – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP)

especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 51N, los cuales coinciden con la parametrización actualmente cargada en el equipo.

En resumen, **comparando los ajustes de protección actualmente configurados y habilitados en el equipo se concluye que no existen incumplimientos normativos con respecto a la NTSyCS vigente (referencia [I])**, dado que los ajustes cumplen con los tiempos mínimos de despeje indicados en el artículo 5-40 para el nivel de tensión de 23 kV, siendo iguales o inferiores a 400 ms o 20 ciclos.

4.2. S/E La Huayca II 23 kV – Celda E2

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, la celda E2 cuenta con un relé MiCOM P139 con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [f]).

- **Función de sobrecorriente de fase direccional (67):** Función de tiempo definido, con dirección hacia el circuito protegido, con pickup de 279 A.prim (0,93xIn) y temporización de 1 segundo.

017.005: tGS	PS1:	0.00 s
DTOC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	0.93 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	8.00 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.00 s
SCDD		
076.235: Enable	PS1:	Yes
017.074: Trip bias	PS1:	Yes
017.071: Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077: VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/©3)
071.056: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078: Block. bias G	PS1:	No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-5: Ajustes función 67 - Celda E2 S/E La Huayca II [f]

Es importante destacar que el ECAP de origen (referencia [a]) no menciona los criterios y ajustes de esta celda, por lo que no es posible realizar una comparativa. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 67, los cuales coinciden con la parametrización actualmente cargada en el equipo.

- **Función de sobrecorriente de fase de tiempo definido (50):** Función adireccional, con un pickup de 2400 A.prim (8xInom) y temporización instantánea.

017.005: tG>	PS1:	0.00 s
DTOC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	0.93 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	8.00 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.00 s
SCDD		
076.235: Enable	PS1:	Yes
017.074: Trip bias	PS1:	Yes
017.071: Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077: VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/©3)
071.056: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078: Block. bias G	PS1:	No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-6: Ajustes función 50 - Celda E2 S/E La Huayca II [f]

Como se mencionó anteriormente, el ECAP de origen no indica los ajustes de esta función. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 50. Realizando una comparativa se observan diferencias entre el ajuste indicado en el plano versus lo parametrizado actualmente en relé, como se observa en la Figura 4-7 se indica un umbral de 900 A.prim y temporización de 0,3 segundos. No se detectó en la plataforma de Infotécnica o PGP algún estudio complementario que proponga cambios de ajustes para esta celda, por lo que se presume que el ajuste actualmente parametrizado en el equipo fue un cambio posterior realizado, disminuyendo su sensibilidad para evitar operaciones indeseadas. Si bien el ajuste actual no incurre en ningún incumplimiento normativo, en la sección 6.1.1 se recomiendan mejoras en su parametrización.

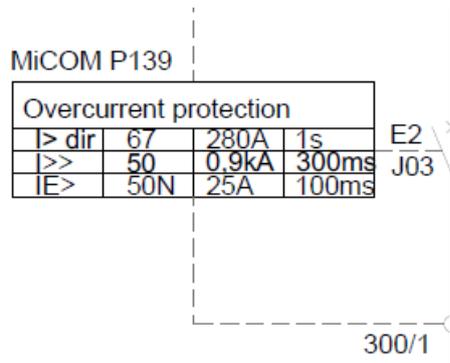


Figura 4-7: Ajustes función 50 de celda E2 especificadas en referencia [d]

- **Función de sobrecorriente residual de tiempo definido (51N):** Función adireccional, con un pickup de 24,9 A.prim (0,083xInom) y temporización de 0,1 segundos.

072.128: Eval. IN>, >>, >>>	PS1: Measured
017.003: IN>	PS1: 0.083 Inom
017.081: IN> dynamic	PS1: Blocked
017.009: IN>>	PS1: Blocked
017.086: IN>> dynamic	PS1: Blocked
017.018: IN>>>	PS1: Blocked
017.087: IN>>> dynamic	PS1: Blocked
017.008: tIN>	PS1: 0.10 s
072.018: IN>>>>	PS1: Blocked
017.010: tIN>>	PS1: Blocked
072.036: IN>>>> dyn.	PS1: Blocked
017.019: tIN>>>	PS1: Blocked
017.055: Puls.prol.IN>,int	PS1: 0.08 s
017.056: tIN,interm.	PS1: Blocked
017.057: Hold-t. tIN>,intm	PS1: 0.0 s
072.030: tIN>>>>	PS1: Blocked
076.235: Enable	PS1: Yes
017.074: Trip bias	PS1: Yes
017.071: Direction tI>	PS1: Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1: Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1: Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1: Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1: Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1: Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1: -45 °
017.077: VNG>	PS1: 0.100 Vnom(/@3)
071.056: Evaluation VNG	PS1: Calculated
017.078: Block. bias G	PS1: No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1: 0.15 Vnom

Figura 4-8: Ajustes función 50N - Celda E2 S/E La Huayca II [f]

Como se mencionó anteriormente, el ECAP de origen no indica los ajustes de esta función. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 51N, los cuales coinciden con la parametrización actualmente cargada en el equipo.

En resumen, **comparando los ajustes de protección actualmente configurados y habilitados en el equipo se concluye que no existen incumplimientos normativos con respecto a la NTSyCS vigente (referencia [I]),** dado que los ajustes cumplen con los tiempos mínimos de despeje indicados en el artículo 5-40 para el nivel de tensión de 23 kV, siendo iguales o inferiores a 400 ms o 20 ciclos.

4.3. S/E La Huayca II 23 kV – Celda E3

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, la celda E3 cuenta con un relé MiCOM P139 con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [g]).

- **Función de sobrecorriente de fase direccional (67):** Función de tiempo definido, con dirección hacia el circuito protegido, con pickup de 279 A.prim (0,93xIn) y temporización de 1 segundo.

017.000: tGS	PS1:	0.00 s
DTOC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	0.93 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	8.00 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.00 s
SCDD		
076.235: Enable	PS1:	Yes
017.074: Trip bias	PS1:	Yes
017.071: Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077: VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/©3)
071.056: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078: Block. bias G	PS1:	No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-9: Ajustes función 67 - Celda E2 S/E La Huayca II [g]

Es importante destacar que el ECAP de origen (referencia [a]) no menciona los criterios y ajustes de esta celda, por lo que no es posible realizar una comparativa. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una

tabla los ajustes de protección de la función 67, los cuales coinciden con la parametrización actualmente cargada en el equipo.

- **Función de sobrecorriente de fase de tiempo definido (50):** Función adireccional, con un pickup de 2400 A.prim (8xInom) y temporización instantánea.

017.005: tGS	PS1:	0.00 s
DTOC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	0.93 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	8.00 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.00 s
SCDD		
076.235: Enable	PS1:	Yes
017.074: Trip bias	PS1:	Yes
017.071: Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072: Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066: Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073: Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075: Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067: Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076: Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077: VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/©3)
071.056: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078: Block. bias G	PS1:	No
010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-10: Ajustes función 50 - Celda E2 S/E La Huayca II [g]

Como se mencionó anteriormente, el ECAP de origen no indica los ajustes de esta función. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP) especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 50. Realizando una comparativa se observan diferencias entre el ajuste indicado en el plano versus lo parametrizado actualmente en relé, como se observa en la Figura 4-11 se indica un umbral de 900 A.prim y temporización de 0,3 segundos. No se detectó en la plataforma de Infotécnica o PGP algún estudio complementario que proponga cambios de ajustes para esta celda, por lo que se presume que el ajuste actualmente parametrizado en el equipo fue un cambio posterior realizado, disminuyendo su sensibilidad para evitar operaciones indeseadas. Si bien el ajuste actual no incurre en ningún incumplimiento normativo, en la sección 6.1.1 se recomiendan mejoras en su parametrización.

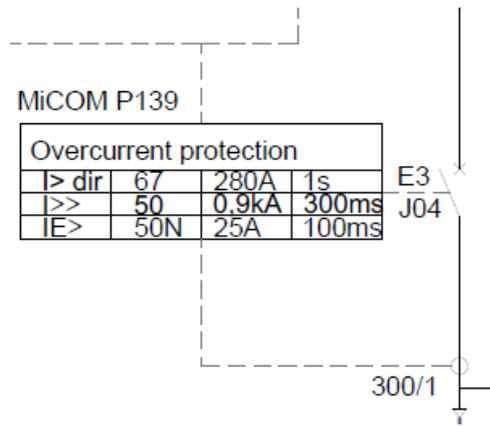


Figura 4-11: Ajustes función 50 de celda E3 especificadas en referencia [d]

- **Función de sobrecorriente residual de tiempo definido (51N):** Función adireccional, con un pickup de 24,9 A.prim (0,083xInom) y temporización de 0,1 segundos.

072.128: Eval. IN>, >>, >>> PS1: Measured

017.003: IN> PS1: 0.083 Inom

017.081: IN> dynamic PS1: Blocked

017.009: IN>> PS1: Blocked

017.086: IN>> dynamic PS1: Blocked

017.018: IN>>> PS1: Blocked

017.087: IN>>> dynamic PS1: Blocked

017.008: tIN> PS1: 0.10 s

072.018: IN>>>> PS1: Blocked

017.010: tIN>> PS1: Blocked

072.036: IN>>>> dyn. PS1: Blocked

017.019: tIN>>> PS1: Blocked

017.055: Puls.prol.IN>,intPS1: 0.08 s

017.056: tIN,interm. PS1: Blocked

017.057: Hold-t. tIN>,intmPS1: 0.0 s

072.030: tIN>>>> PS1: Blocked

Code	Setting	PS1	Value
076.235	Enable	PS1:	Yes
017.074	Trip bias	PS1:	Yes
017.071	Direction tI>	PS1:	Forward directional
017.072	Direction tI>>	PS1:	Non-directional
017.066	Direct. tIref,P>	PS1:	Forward directional
017.073	Direction tIN>	PS1:	Non-directional
017.075	Direction tIN>>	PS1:	Forward directional
017.067	Direct. tIref,N>	PS1:	Forward directional
017.076	Charact. angle G	PS1:	-45 °
017.077	VNG>	PS1:	0.100 Vnom(/@3)
071.056	Evaluation VNG	PS1:	Calculated
017.078	Block. bias G	PS1:	No
010.109	Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom

Figura 4-12: Ajustes función 50N - Celda E2 S/E La Huayca II [g]

Como se mencionó anteriormente, el ECAP de origen no indica los ajustes de esta función. Sin embargo, el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016. [d] (de fecha posterior al ECAP)

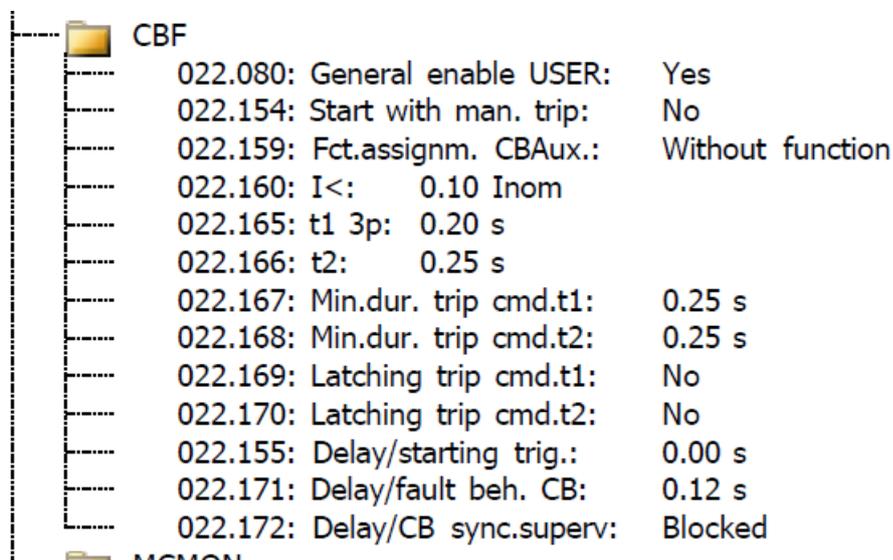
especifica en una tabla los ajustes de protección de la función 51N, los cuales coinciden con la parametrización actualmente cargada en el equipo.

En resumen, **comparando los ajustes de protección actualmente configurados y habilitados en el equipo se concluye que no existen incumplimientos normativos con respecto a la NTSyCS vigente (referencia [I])**, dado que los ajustes cumplen con los tiempos mínimos de despeje indicados en el artículo 5-40 para el nivel de tensión de 23 kV, siendo iguales o inferiores a 400 ms o 20 ciclos.

4.4. S/E La Huayca II 23 kV – Celda ET1

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, la celda ET1 cuenta con un relé MiCOM P139 con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [m]).

- **Función de falla del interruptor (50BF):** Umbral de detección al 10% de la corriente nominal del TTCC, primera etapa con temporización de 0,20 segundos y una segunda etapa con temporización de 0,25 segundos.



Parameter	Value
022.080: General enable USER:	Yes
022.154: Start with man. trip:	No
022.159: Fct.assignm. CBAux.:	Without function
022.160: I<: 0.10 Inom	
022.165: t1 3p: 0.20 s	
022.166: t2: 0.25 s	
022.167: Min.dur. trip cmd.t1:	0.25 s
022.168: Min.dur. trip cmd.t2:	0.25 s
022.169: Latching trip cmd.t1:	No
022.170: Latching trip cmd.t2:	No
022.155: Delay/starting trig.:	0.00 s
022.171: Delay/fault beh. CB:	0.12 s
022.172: Delay/CB sync.superv:	Blocked

Figura 4-13: Ajustes función 50BF - Celda ET1 S/E La Huayca II

Para el caso de la función 50BF, esta no se encontraba definida en el ECAP de origen, por lo cual no es posible realizar una comparativa de criterios. Asimismo, no se ha detectado en Infotécnica o la plataforma PGP algún estudio posterior que indicara la habilitación de esta función. Los ajustes habilitados no implican algún incumplimiento normativo. Sin embargo, en la sección 6.3.1 se recomendarán mejoras a los ajustes actuales.

- **Función de sobrecorriente de fase (51):** Etapa de tiempo definido, con un umbral de 1000 A.prim (0,80 Inom) y una temporización de 0,6 segundos.

DTOC			
072.098:	Enable	PS1:	Yes
017.000:	I>	PS1:	0.80 Inom
017.080:	I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001:	I>>	PS1:	Blocked
017.084:	I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002:	I>>>	PS1:	Blocked
017.085:	I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004:	tI>	PS1:	0.60 s

Figura 4-14: Ajustes función 51 - Celda ET1 S/E La Huayca II

Analizando los ajustes de la función 51 se concluye que se encuentran parametrizados correctamente, coincidiendo con los criterios de ajustes indicados en el ECAP de origen del proyecto (referencia [a]).

- **Función de sobrecorriente residual (51N):** Etapa de tiempo definido con un umbral de 100 A.prim (0,080 Inom) y una temporización de 0,6 segundos.

017.003:	IN>	PS1:	0.080 Inom
017.081:	IN> dynamic	PS1:	Blocked
017.009:	IN>>	PS1:	Blocked
017.086:	IN>> dynamic	PS1:	Blocked
017.018:	IN>>>	PS1:	Blocked
017.087:	IN>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.008:	tIN>	PS1:	0.60 s

Figura 4-15: Ajustes función 51N - Celda ET1 S/E La Huayca II

Analizando los ajustes de la función 51N se concluye que se encuentran parametrizados correctamente, coincidiendo con los criterios de ajustes indicados en el ECAP de origen del proyecto (referencia [a]).

4.5. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (Protección del transformador)

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, el transformador elevador de la S/E Huayca cuenta con un relé de protección MiCOM P632 con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [j]).

- **Función diferencial del transformador (87T):** Umbral al 30% de la corriente base, pendiente al 30% y 70%.

Parameter	Value	Function
044.063: Sig.assig.outp.32(t):		Without function
Parameter subset 1		
MAIN		
019.017: Vnom prim. end a PS1:	66.0 kV	
019.018: Vnom prim. end b PS1:	23.0 kV	
010.200: Phase reversal a PS1:	No swap	
010.204: Phase reversal b PS1:	No swap	
DIFF		
072.152: Enable PS1:	Yes	
019.010: Vec.gr. ends a-b PS1:	0	
072.142: Idiff> PS1:	0.30 Iref	
072.143: Idiff>> PS1:	8.0 Iref	
072.144: Idiff>>> PS1:	10.0 Iref	
080.000: Idiff>(CTS) PS1:	0.20 Iref	
072.145: m1 PS1:	0.30	
072.146: m2 PS1:	0.70	

Easergy Studio

Informe de archivo de configuración
 Subestación:
 Archivo: 000.x3v
 Número del modelo: 622

072.147: IR,m2 PS1:	2.0 Iref
072.148: Op.mode rush rst.PS1:	Not phase-selective
072.159: RushI(2f0)/I(f0) PS1:	20 %
072.155: 0-seq. filt.a en.PS1:	Yes
072.156: 0-seq. filt.b en.PS1:	Yes
072.158: Overflux.bl. en. PS1:	No
072.160: Ov. I(5f0)/I(f0) PS1:	20 %
010.162: Op.del.,trip sig.PS1:	0.00 s
072.006: Hyst. effective PS1:	Yes

Figura 4-16: Ajustes función 87T – Paño BT1 S/E La Huayca II [j]

Comparando los ajustes de protección actualmente configurados y habilitados en el equipo se concluye que se encuentran parametrizados correctamente, coincidiendo con los criterios de ajustes indicados en el ECAP de origen del proyecto (referencia [a]). Asimismo, no se detectan incumplimientos normativos con respecto a la NTSyCS vigente (referencia [l]), dado que los ajustes cumplen con los tiempos mínimos de despeje indicados en el artículo 5-40 para el nivel de tensión de 23 kV, siendo iguales o inferiores a 400 ms o 20 ciclos.

Asimismo, si bien no se cuenta con un sistema 2 de protección, el paño BT1 comparte la conexión del transformador con la línea hacia el Tap Off Tamarugal, existiendo respaldo en la operación a través de las funciones de sobrecorriente habilitadas en el sistema 2 de línea MiCOM P139, cumpliendo los requerimientos del artículo 98 del Anexo Técnico Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión de la norma técnica (referencia [ll]).

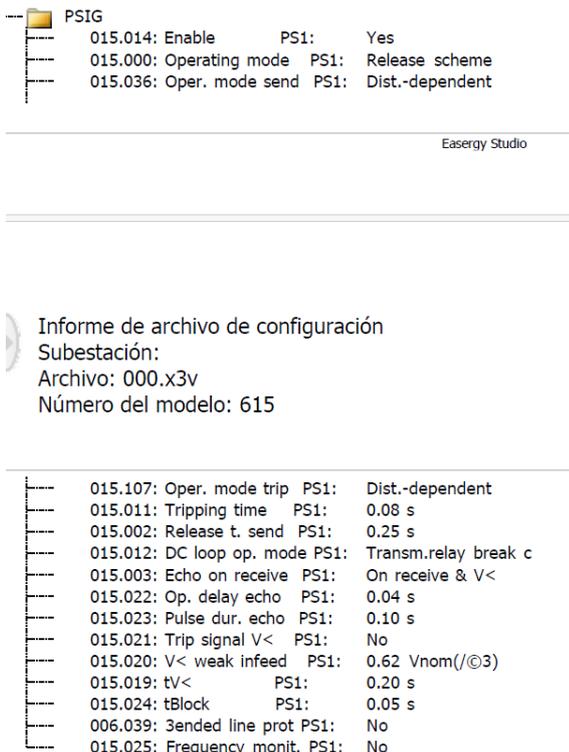


Figura 4-18: Ajustes función 85A- Paño BT1 S/E La Huayca II – Sistema 1

Analizando los ajustes del esquema 85A se concluye que se encuentran parametrizados siguiendo los criterios del ECAP de origen (referencias [a] y [b]).

4.6.2. Sistema 2: MiCOM P139

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, el sistema 2 de protección de línea con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [h]). SCDD

- **Función de sobrecorriente de fase (51):** Dos etapas de tiempo definido. La primera con un umbral del 125% de la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,8 segundos y la segunda con un umbral de 225% la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,32 segundos.

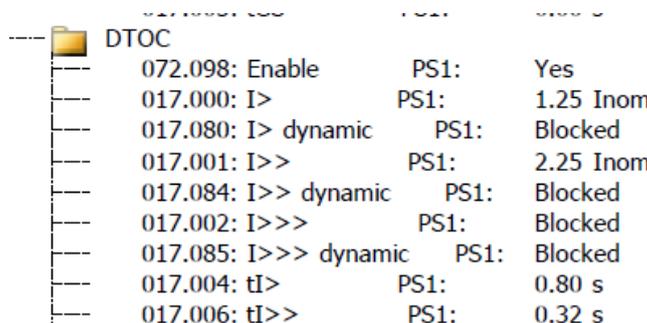


Figura 4-19: Ajustes función 51 - Paño BT1 S/E La Huayca II – Sistema 2

Analizando los ajustes de la función 51 se concluye que se encuentran parametrizados siguiendo los criterios del ECAP de origen (referencia [a]).

- **Función de sobrecorriente residual (51N):** Dos etapas de tiempo definido. La primera con un umbral del 10% de la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,52 segundos y la segunda con un umbral de 90% la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,32 segundos.

```

072.128: Eval. IN>, >>, >>> PS1: Measured
017.003: IN> PS1: 0.100 Inom
017.081: IN> dynamic PS1: Blocked
017.009: IN>> PS1: 0.900 Inom
017.086: IN>> dynamic PS1: Blocked
017.018: IN>>> PS1: Blocked
017.087: IN>>> dynamic PS1: Blocked
017.008: tIN> PS1: 0.52 s
072.018: IN>>>> PS1: Blocked
017.010: tIN>> PS1: 0.32 s
072.036: IN>>>> dyn. PS1: Blocked
017.019: tIN>>> PS1: Blocked
017.055: Puls.prol.IN>,intPS1: 0.08 s
017.056: tIN,interm. PS1: Blocked
017.057: Hold-t. tIN>,intmPS1: 0.0 s
072.030: tIN>>>> PS1: 0.50 s

```

Figura 4-20: Ajustes función 51N - Paño BT1 S/E La Huayca II – Sistema 2

Analizando los ajustes de la función 51N se concluye que se encuentran parametrizados siguiendo los criterios del ECAP de origen (referencia [a]).

- **Función de falla de interruptor (50BF):** Umbral de detección al 10% de la corriente nominal del TTCC, primera etapa con temporización de 0,20 segundos y una segunda etapa con temporización de 0,25 segundos.

```

018.200: Undervolt. block. V<: 0.65 Vnom(/©3)
C
CBF
022.080: General enable USER: Yes
022.154: Start with man. trip: No
022.159: Fct.assignm. CBAux.: Without function
022.160: I<: 0.10 Inom
022.165: t1 3p: 0.20 s
022.166: t2: 0.25 s
022.167: Min.dur. trip cmd.t1: 0.25 s
022.168: Min.dur. trip cmd.t2: 0.25 s
022.169: Latching trip cmd.t1: No
022.170: Latching trip cmd.t2: No
022.155: Delay/starting trig.: 0.00 s
022.171: Delay/fault beh. CB: 0.12 s
022.172: Delay/CB sync.superv: Blocked
M
MCMON

```

Figura 4-21: Ajustes función 50BF - Paño BT1 S/E La Huayca II – Sistema 2

Para el caso de la función 50BF, esta no se encontraba definida en el ECAP de origen, por lo cual no es posible realizar una comparativa de criterios. Asimismo, no se ha detectado en Infotécnica o la plataforma PGP algún estudio posterior que indicara la habilitación de esta

función. Los ajustes habilitados no implican algún incumplimiento normativo. Sin embargo, en la sección 6.2.1 se recomendarán mejoras a los ajustes actuales.

- **Función de sobre y baja frecuencia (81O/81U):** Habilitada con cuatro etapas de operación instantáneas: dos de sobre frecuencia con umbrales de 51 y 52 Hz y dos de baja frecuencia con umbrales de 48 y 49 Hz.

```

010.109: Oper.val.vmemory PS1: 0.15 vnorm
f<>
018.196: Enable PS1: Yes
018.120: Oper. mode f1 PS1: f
018.100: f1 PS1: 48.00 Hz
018.104: tf1 PS1: 0.00 s
018.108: df1/dt PS1: Blocked
018.112: Delta f1 PS1: Blocked
018.116: Delta t1 PS1: 0.30 s
018.144: Oper. mode f2 PS1: f
018.124: f2 PS1: 49.00 Hz
018.128: tf2 PS1: 0.00 s
018.132: df2/dt PS1: Blocked
018.136: Delta f2 PS1: Blocked
018.140: Delta t2 PS1: 0.30 s
018.168: Oper. mode f3 PS1: f
018.148: f3 PS1: 51.00 Hz
018.152: tf3 PS1: 0.00 s
018.156: df3/dt PS1: Blocked
018.160: Delta f3 PS1: Blocked
018.164: Delta t3 PS1: 0.30 s
018.192: Oper. mode f4 PS1: f
018.172: f4 PS1: 52.00 Hz
018.176: tf4 PS1: 0.00 s
018.180: df4/dt PS1: Blocked
018.184: Delta f4 PS1: Blocked
018.188: Delta t4 PS1: 0.30 s

```

Figura 4-22: Ajustes función 81O/81U - Paño BT1 S/E La Huayca II – Sistema 2

Para el caso de la función 81O/81U, esta no se encontraba definida en el ECAP de origen, por lo cual no es posible realizar una comparativa de criterios. Sin embargo, en el Plano “Esquema de protecciones Instalación fotovoltaica La Huayca II “133-6-100-U-006-A_Esquema de protecciones_160519” – mayo del 2016.[d] (de fecha posterior al ECAP) especifica los siguientes ajustes para la función de sobrecorriente, los cuales no coinciden con lo parametrizado actualmente en el relé de protección.

MiCOM P139			
Overcurrent protection			
Anti islanding protection			
I>	50	500A	0,80s
I>>	50	900A	0,32s
I>t	51	-	-
I>>t	51	-	-
IE>	50N	40A	0,52s
IE>>	50N	360A	0,32s
U>	59	-	-
U>>	59	-	-
U<	27	-	-
U<<	27	-	-
f<<	81LL	48 Hz	30min
f<	81L	49 Hz	90min
f>	81H	51 Hz	90min
f>>	81HH	52 Hz	0s

Figura 4-23: Ajustes función 81O/81U indicados en plano [d]

El relé MiCOM P139 tiene tres modos de operación para las funciones de sobrefrecuencia, descritos en el siguiente extracto del manual del fabricante.

3.38.2 Operating Modes of Over-/Underfrequency Protection

For each stage of the over-/underfrequency protection function, the user can choose between the following operating modes:

- Frequency monitoring
- Frequency monitoring combined with differential frequency gradient monitoring (df/dt)
- Frequency monitoring combined with mean frequency gradient monitoring ($\Delta f/\Delta t$)

Figura 4-24: Extracto manual MiCOM P139

En función de los ajustes parametrizados, se concluye que las cuatro etapas están configuradas con el modo simple con temporización instantánea, dado que el parámetro Oper. Mode se encuentra ajustado en f (modo simple). Al analizar los ajustes configurados, **se concluye que existe un incumplimiento normativo del artículo 3-10 de la NTSyCS dado que no se cumplen los rangos de operación de frecuencia.** A continuación, se muestra una comparativa de lo exigido en la norma técnica y lo parametrizado en el relé.

Artículo 3-10 NTSyCS

Limite Inferior (mayor que)	Limite Superior (menor o igual que)	Tiempo Mínimo de Operación			
		Hidroeléctricas	Termoeléctricas	Parques Eólicos	Parques Fotovoltaicos
49,0 [Hz]	50,0 [Hz]	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
48,0 [Hz]	49,0 [Hz]	90 minutos	90 minutos	90 minutos	90 minutos
47,5 [Hz]	48,0 [Hz]	30 minutos	30 minutos	30 minutos	30 minutos
47,0 [Hz]	47,5 [Hz]	5 segundos	Desconex. opcional	Desconex. opcional	Desconex. opcional
50,0 [Hz]	51,0 [Hz]	Permanente	Permanente	Permanente	Permanente
51,0 [Hz]	51,5 [Hz]	90 minutos	90 minutos	90 minutos	90 minutos
51,5 [Hz]	52,0 [Hz]	90 segundos	5 segundos	Desconex. opcional	Desconex. opcional
52,0 [Hz]	52,5 [Hz]	15 segundos	Desconex. opcional	Desconex. forzada	Desconex. forzada
52,5 [Hz]	53,0 [Hz]	5 segundos	Desconex. forzada	Desconex. forzada	Desconex. forzada

Ajuste en MiCOM P139 BT1 S/E La Huayca II

Umbral de ajuste [Hz]	Temporización [s]
48,0-49,0	0,0 (Instantáneo)
51,0-52,0	0,0 (Instantáneo)

Figura 4-25: Verificación cumplimiento normativo artículo 3-10 NTSyCS

En función de lo anterior, en la sección 5.1.1 se proponen modificaciones a los ajustes de sobre y baja frecuencia.

Finalmente, respecto a los tiempos de despeje de falla exigidos en la NTSyCS en el artículo 5-40, se puede concluir que los ajustes implementados en los sistemas 1 y 2 cumplen con los lineamientos, siendo inferiores a 400 ms (20 ciclos).

4.7. Tap Off Tamarugal 66 kV – Paño B1

4.7.1. Sistema 1: MiCOM P433

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, el sistema 1 de protección de línea con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [k]).

- **Función de distancia (21/21N):** 5 zonas habilitadas con característica poligonal, con tres en dirección hacia la línea protegida (hacia el PFV La Huayca) y dos mirando hacia Pozo Almonte.

010.054: I>>	PS1:	0.72 Inom	012.006: R1,PP (polygon)	PS1:	0.780
010.068: I> (Ibl) high r.	PS1:	0.10 Inom	012.007: R2,PG (polygon)	PS1:	5.190
010.119: I> (Ibl) sens. r.	PS1:	0.10 Inom	012.008: R2,PP (polygon)	PS1:	2.280
010.067: Operat. mode V<	PS1:	With V< start.PG,PP	012.009: R3,PG (polygon)	PS1:	5.390
010.069: V<	PS1:	0.62 Vnom/(©3)	012.010: R3,PP (polygon)	PS1:	2.480
010.066: Operat. mode Z<	PS1:	W/o Z< starting	012.011: R4,PG (polygon)	PS1:	4.070
010.050: Xfw	PS1:	2.00	012.012: R4,PP (polygon)	PS1:	1.160
010.051: Rfw,PG	PS1:	2.00	012.108: R5,PG (polygon)	PS1:	4.540
010.052: Rfw,PP	PS1:	2.00	012.112: R5,PP (polygon)	PS1:	1.630
010.063: β	PS1:	30 °	012.116: R6,PG (polygon)	PS1:	40.000
010.101: Zfw,PG	PS1:	0.00	012.120: R6,PP (polygon)	PS1:	40.000
010.105: Zfw,PP	PS1:	0.00	012.013: E1 (polygon)	PS1:	68 °
010.053: Zbw/Zfw	PS1:	0.50	012.014: E2 (polygon)	PS1:	68 °
025.093: Z evaluation	PS1:	ZPG=VPG/(IP + kG*IN)	012.015: E3 (polygon)	PS1:	68 °
010.055: IN> high range	PS1:	0.10 Inom	012.016: E4 (polygon)	PS1:	56 °
010.123: IN> sens. range	PS1:	0.10 Inom	012.124: E5 (polygon)	PS1:	56 °
010.057: tIN>	PS1:	0.100 s	012.128: E6 (polygon)	PS1:	90 °
010.056: VNG>	PS1:	0.03 Vnom/©3			
010.062: VNG>>	PS1:	0.50 Vnom/©3	012.023: Direction N1	PS1:	Forward directional
010.061: tVNG>>	PS1:	1.000 s	012.024: Direction N2	PS1:	Forward directional
012.040: Characteristic	PS1:	Polygon	012.025: Direction N3	PS1:	Forward directional
012.000: Op. mode zone 4	PS1:	Normal	012.026: Direction N4	PS1:	Backward directional
012.001: X1 (polygon)	PS1:	0.780	012.027: Direction N5	PS1:	Backward directional
012.002: X2 (polygon)	PS1:	2.280	012.132: Direction N6	PS1:	Forward directional
012.003: X3 (polygon)	PS1:	4.960	012.136: Direction N7	PS1:	Forward directional
012.004: X4 (polygon)	PS1:	1.160	010.109: Oper.val.Vmemory	PS1:	0.15 Vnom
012.100: X5 (polygon)	PS1:	1.630	012.028: t1	PS1:	0.00 s
012.104: X6 (polygon)	PS1:	40.000	012.029: t2	PS1:	0.32 s
012.005: R1,PG (polygon)	PS1:	3.690	012.030: t3	PS1:	0.92 s
			012.031: t4	PS1:	0.00 s
			012.032: t5	PS1:	0.32 s
			012.033: t6	PS1:	Blocked
			012.140: t7	PS1:	Blocked
			012.144: t8	PS1:	1.50 s
			012.034: kze,PG HSR	PS1:	2.92
			012.035: kze,PP HSR	PS1:	2.92
			012.046: kze,PG TDR	PS1:	2.92
			012.047: kze,PP TDR	PS1:	2.92
			026.025: t1,ze	PS1:	0.15 s
			012.037: Abs. value kG	PS1:	1.03
			012.036: Angle kG	PS1:	15 °

Figura 4-26: Ajustes función 21/21N - Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 1

Analizando los ajustes de la función 21/21N se concluye que se encuentran parametrizados correctamente, coincidiendo con los criterios de ajustes indicados en el ECAP de origen del proyecto (referencias [a] y [b]).

- **Esquema de teleprotección (85A):** Habilitado usando el modo “zone extensión”, en el cual se emplea la zona 1 como señal de aceleración. En el extremo remoto, al recibir una señal de aceleración, ocurre un disparo local si al recibir la señal de aceleración la zona 1 “extendida” por el factor de extensión k_{ze} . Asimismo, se habilitó la lógica de fuente débil únicamente como eco, sin envío de trip.

PSIG
015.014: Enable PS1: Yes

Easergy Studio

Informe de archivo de configuración
Subestación: Tap Off
Archivo: 000.x3v
Número del modelo: 615

015.000: Operating mode	PS1:	Release scheme
015.036: Oper. mode send	PS1:	Dist.-dependent
015.107: Oper. mode trip	PS1:	Dist.-dependent
015.011: Tripping time	PS1:	0.08 s
015.002: Release t. send	PS1:	0.25 s
015.012: DC loop op. mode	PS1:	Transm.relay break c
015.003: Echo on receive	PS1:	Without
015.022: Op. delay echo	PS1:	0.04 s
015.023: Pulse dur. echo	PS1:	0.10 s
015.021: Trip signal V<	PS1:	No
015.020: V< weak infeed	PS1:	0.60 Vnom/(©3)
015.019: tV<	PS1:	0.20 s
015.024: tBlock	PS1:	0.05 s
006.039: 3ended line prot	PS1:	No
015.025: Frequency monit.	PS1:	No

Figura 4-27: Ajustes función 85A- Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 1

Analizando los ajustes del esquema 85A se concluye que se encuentran parametrizados siguiendo los criterios del ECAP de origen (referencias [a] y [b]).

- **Función de baja tensión (27):** Etapa de tiempo definido con un umbral del 76% de la tensión fase-neutro y temporización de 1,5 segundos.

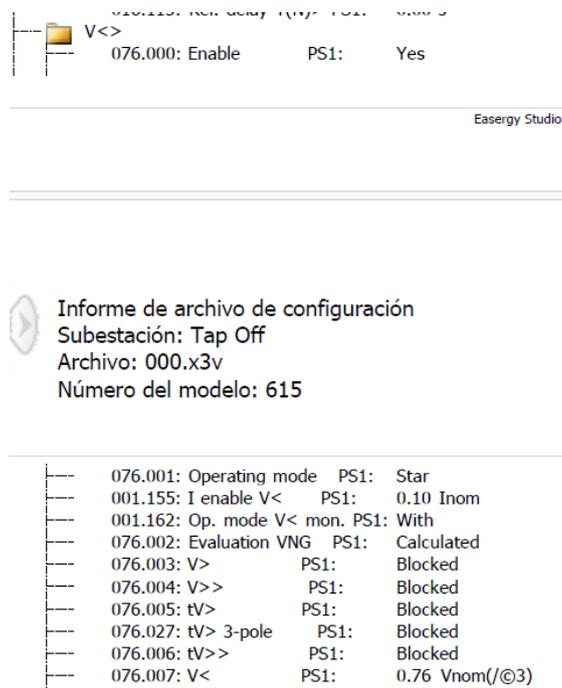


Figura 4-28: Ajustes función 27 - Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 1

Para el caso de la función 27, esta no se encontraba definida en el ECAP de origen, por lo cual no es posible realizar una comparativa de criterios. Asimismo, no se ha detectado en Infotécnica o la plataforma PGP algún estudio posterior que indicara la habilitación de esta función. Analizando los ajustes se determina que la configuración permite el cumplimiento normativo establecido en el artículo 3-8 de la NTSyCS (requerimientos ante huecos de tensión para parques fotovoltaicos y eólicos), por lo que no se proponen modificaciones a los ajustes actuales.

4.7.2. Sistema 2: MiCOM P139

De acuerdo con lo indicado en la Tabla 3-1, el sistema 2 de protección de línea con las siguientes funciones de protección habilitadas, según lo indicado en el print-out del relé (referencia [I]).

- **Función de sobrecorriente de fase (51):** Dos etapas de tiempo definido. La primera con un umbral del 125% de la corriente nominal del TTCC y temporización de 1 segundo y la segunda con un umbral de 250% la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,60 segundos.

017.005: tGS	PS1:	0.00 s
DTOC		
072.098: Enable	PS1:	Yes
017.000: I>	PS1:	1.25 Inom
017.080: I> dynamic	PS1:	Blocked
017.001: I>>	PS1:	2.50 Inom
017.084: I>> dynamic	PS1:	Blocked
017.002: I>>>	PS1:	Blocked
017.085: I>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.004: tI>	PS1:	1.00 s
017.006: tI>>	PS1:	0.60 s

Figura 4-29: Ajustes función 51 - Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 2

Analizando los ajustes de la función 51 se concluye que se encuentran parametrizados siguiendo los criterios del ECAP de origen (referencia [a]).

- **Función de sobrecorriente residual (51N):** Dos etapas de tiempo definido. La primera con un umbral del 10% de la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,7 segundos y la segunda con un umbral de 100% la corriente nominal del TTCC y temporización de 0,5 segundos.

072.023: tIneg>	PS1:	Blocked
072.024: tIneg>>	PS1:	Blocked
072.025: tIneg>>>	PS1:	Blocked
072.128: Eval. IN>, >>, >>>	PS1:	Measured
017.003: IN>	PS1:	0.100 Inom
017.081: IN> dynamic	PS1:	Blocked

Easergy

Informe de archivo de configuración
 Subestación: Tap Off
 Archivo: 000.x3v
 Número del modelo: 618

017.009: IN>>	PS1:	1.000 Inom
017.086: IN>> dynamic	PS1:	Blocked
017.018: IN>>>	PS1:	Blocked
017.087: IN>>> dynamic	PS1:	Blocked
017.008: tIN>	PS1:	0.70 s
072.018: IN>>>>	PS1:	Blocked
017.010: tIN>>	PS1:	0.50 s
072.036: IN>>>> dyn.	PS1:	Blocked
017.019: tIN>>>	PS1:	Blocked

Figura 4-30: Ajustes función 51N - Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 2

Analizando los ajustes de la función 51N se concluye que se encuentran parametrizados siguiendo los criterios del ECAP de origen (referencia [a]).

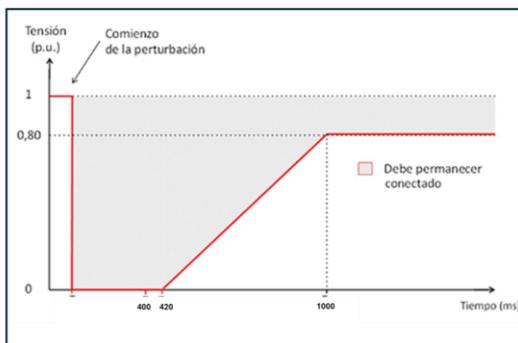
- **Función de baja tensión (27):** Dos etapas de operación de tiempo definido. La primera con un umbral del 81% de la tensión fase-neutro con una temporización de un segundo, y la segunda con un umbral del 20% de la tensión fase-neutro con una temporización de 0,42 segundos.

076.246: Enable	PS1:	Yes
076.001: Operating mode	PS1:	Star
001.155: I enable V<	PS1:	0.10 Inom
001.162: Op. mode V< mon.	PS1:	With
076.002: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
076.003: V>	PS1:	1.10 Vnom(/©3)
076.004: V>>	PS1:	1.20 Vnom(/©3)
076.005: tV>	PS1:	60.00 s
076.027: tV> 3-pole	PS1:	60.00 s
076.006: tV>>	PS1:	0.10 s
076.007: V<	PS1:	0.81 Vnom(/©3)
076.008: V<<	PS1:	0.20 Vnom(/©3)
076.009: tV<	PS1:	1.00 s
076.028: tV< 3-pole	PS1:	1.00 s
076.010: tV<<	PS1:	0.42 s

Figura 4-31: Ajustes función 27 - Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 2

Para el caso de la función 27, esta no se encontraba definida en el ECAP de origen, por lo cual no es posible realizar una comparativa de criterios. Asimismo, no se ha detectado en Infotécnica o la plataforma PGP algún estudio posterior que indicara la habilitación de esta función. Analizando los ajustes se determina que existe un incumplimiento normativo según lo establecido en el artículo 3-8 de la NTSyCS (requerimientos ante huecos de tensión para parques fotovoltaicos y eólicos), dado que no se cumple la operación dentro de la zona de operación establecida en la norma. A continuación, se muestra la comparativa de lo exigido en la norma versus lo ajustado en el relé, delimitado en color azul.

Artículo 3-8 NTSyCS



Ajuste en MiCOM P139 B1 TO Tamarugal

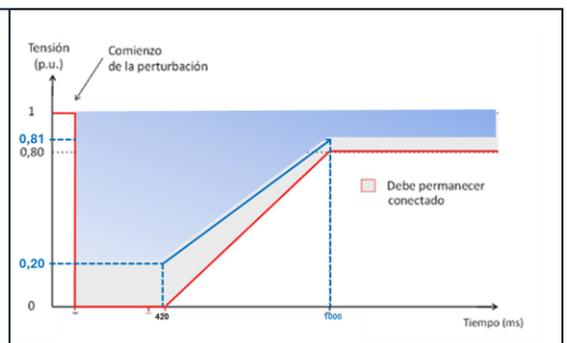


Figura 4-32: Verificación cumplimiento normativo artículo 3-8 NTSyCS

En este sentido, se proponen en la sección 5.2.1 cambios de ajustes para cumplir con la normativa vigente.

- **Función de sobretensión (59):** Dos etapas de tiempo definido. La primera de alarma con un umbral del 110% de la tensión fase-neutro y temporización de 60 segundos y la segunda con un umbral del 120% de la tensión fase-neutro y temporización de 0,10 segundos.

076.246: Enable	PS1:	Yes
076.001: Operating mode	PS1:	Star
001.155: I enable V<	PS1:	0.10 Inom
001.162: Op. mode V< mon.	PS1:	With
076.002: Evaluation VNG	PS1:	Calculated
076.003: V>	PS1:	1.10 Vnom(/©3)
076.004: V>>	PS1:	1.20 Vnom(/©3)
076.005: tV>	PS1:	60.00 s
076.027: tV> 3-pole	PS1:	60.00 s
076.006: tV>>	PS1:	0.10 s
076.007: V<	PS1:	0.81 Vnom(/©3)
076.008: V<<	PS1:	0.20 Vnom(/©3)
076.009: tV<	PS1:	1.00 s
076.028: tV< 3-pole	PS1:	1.00 s
076.010: tV<<	PS1:	0.42 s

Figura 4-33: Ajustes función 59 - Paño B1 Tap Off Tamarugal – Sistema 2

Para el caso de la función 59, esta no se encontraba definida en el ECAP de origen, por lo cual no es posible realizar una comparativa de criterios. Asimismo, no se ha detectado en Infotécnica o la plataforma PGP algún estudio posterior que indicara la habilitación de esta función. Analizando los ajustes, no se detecta algún incumplimiento normativo, por lo que no se proponen cambios en los ajustes actuales.

4.8. Resumen análisis del sistema de protecciones

A continuación, se resumen los principales hallazgos de la parametrización de las funciones de protección actuales del PFV La Huayca II.

- Se detectó la existencia de un incumplimiento normativo en los ajustes de sobre y baja frecuencia (810/81U) habilitados en el sistema 2 MiCOM P139 del paño BT1 de la S/E La Huayca II, asociado a la protección de la línea hacia el Tap Off Tamarugal. Los ajustes actuales no cumplen con los requerimientos de operación de frecuencia exigidos en el artículo 3-10 de la NTSyCS, específicamente no se cumple con la operación en la banda de 48,0 – 49,0 Hz y con la banda de 51,0 – 52,0 Hz. Asimismo, se detectó que este ajuste no coincide con la parametrización indicada en el antecedente de origen del ajuste (referencia [d]).
- Se detectó la existencia de un incumplimiento normativo en los ajustes de baja tensión (27) habilitados en el sistema 2 MiCOM P139 del paño B1 del Tap Off Tamarugal, asociado a la protección de la línea hacia el PFV La Huayca. Los ajustes actuales no cumplen con los requerimientos de huecos de tensión exigidos en el artículo 3-8 de la NTSyCS, siendo la banda de tensión ajustada inferior a especificada en la norma.
- Se detectó una discrepancia en los ajustes de la función de sobrecorriente de fase (50) habilitadas en las celdas E1, E2 y E3 del PFV La Huayca con respecto al antecedente de origen del ajuste (referencia [d]). Sin embargo, el ajuste actual no implica incumplimientos normativos.
- Se concluye que los tiempos mínimos de despeje de falla exigidos en el artículo 5-40 de la NTSyCS se cumplen con la parametrización actual de los equipos de protección asociados a la red de 66 kV del PFV La Huayca II, siendo iguales o inferiores a 400 ms (20 ciclos).
- Los tiempos de despeje en el lado de 23 kV del PFV La Huayca, para el caso de fallas en la barra de 23 kV son de 600 ms, que coincide con los criterios del Estudio de Coordinación original

(referencia [a]), priorizando en este caso coordinación con los ajustes del sistema colector por sobre los tiempos de despeje de 400 ms exigidos en la norma técnica, lo cual es una práctica habitual en la parametrización de protecciones de parques fotovoltaicos.

- Se detectaron ciertas funciones de protección habilitadas en los equipos que no estaban contempladas en el Estudio de Coordinación original (referencia [a]), detalladas a continuación. Salvo en los casos mencionados, su habilitación no incurre en incumplimientos normativos.
 - Sistema 2 MiCOM P139 Paño BT1 S/E La Huayca II:
 - Función de sobre y baja frecuencia (81O/81U) (incumple normativa).
 - Función de falla del interruptor (50BF).
 - Sistema 1 MiCOM P433 Paño B1 Tap Off Tamarugal:
 - Función de baja tensión (27).
 - Sistema 2 MiCOM P139 Paño B1 Tap Off Tamarugal:
 - Función de baja tensión (27) (incumple normativa).
 - Función de sobretensión (59).

5. CAMBIOS DE AJUSTES PROPUESTOS

En esta sección se indican los cambios de ajustes para solucionar los incumplimientos normativos detectados en la sección 4.

5.1. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (protección de línea) Sistema 2 MiCOM P139

5.1.1. Función de sobre y baja frecuencia (81O/U)

Para cumplir con lo exigido en la NTSyCS se propone modificar los ajustes de frecuencia con los siguientes criterios:

- 1 escalón de sub-frecuencia: Pickup de 47,5 Hz y temporización de 100 ms. Se cumple la exigencia de la NTSyCS ya que establece que para frecuencias inferiores a 47,5 Hz la desconexión es opcional. El ajuste propuesto privilegia la seguridad de los equipos e instalaciones
- 1 escalón de sobre frecuencia: Pickup de 52 Hz y temporización de 100 ms. Se cumple la exigencia de la NTSyCS ya que para frecuencias superiores a 52 Hz para parques fotovoltaicos la desconexión es forzosa.

La tabla a continuación resume los cambios de ajustes propuestos.

Tabla 5-1: Modificaciones propuestas función 81O/U - Paño BT1 S/E La Huayca Sistema 2

AJUSTES SOBRE Y BAJA FRECUENCIA (81O/U) – F <>		
Parámetro	Ajuste actual	Ajuste propuesto
018.196 Enable	Yes	Yes
018.120 Oper.mode f1	f	f
018.100 f1	48,00 [Hz]	47,50 [Hz]

AJUSTES SOBRE Y BAJA FRECUENCIA (810/U) – F <>		
018.104 tf1	0,00 [s]	0,10 [s]
018.108 df1/dt	Blocked	Blocked
018.112 Delta f1	Blocked	Blocked
018.116 Delta t1	Blocked	Blocked
018.144 Oper.mode f2	f	f
018.124 f2	49,00 [Hz]	52,00 [Hz]
018.128 tf2	0,00 [s]	0,10 [s]
018.132 df2/dt	Blocked	Blocked
018.136 Delta f2	Blocked	Blocked
018.140 Delta t2	Blocked	Blocked
018.168 Oper.mode f3	f	Blocked
018.148 f3	51,00 [Hz]	Blocked
018.152 tf3	0,00 [s]	Blocked
018.156 df3/dt	Blocked	Blocked
018.160 Delta f3	Blocked	Blocked
018.164 Delta t3	Blocked	Blocked
018.192 Oper.mode f4	f	Blocked
018.172 f4	51,00 [Hz]	Blocked
018.176 tf4	0,00 [s]	Blocked
018.180 df4/dt	Blocked	Blocked
018.184 Delta f4	Blocked	Blocked
018.188 Delta t4	Blocked	Blocked

5.2. Tap Off Tamarugal 66 kV – Paño B1 (protección de línea) Sistema 2 MiCOM P139

5.2.1. Función de baja tensión (27)

Se propone parametrizar la función de baja tensión (27) del sistema 2 con el mismo ajuste que tiene actualmente el sistema 1, vale decir un umbral del 76% de la tensión nominal fase-neutro y temporización de 1,5 segundos. Es importante destacar que los requerimientos del artículo 3-8 de la norma están diseñados para los ajustes de las unidades generadoras. En este caso, los inversores del PFV La Huayca cuentan con ajustes de baja tensión para cumplir con los lineamientos de la normativa, por lo cual no es necesario que el relé de línea del Tap Off cumpla con la exigencia.

La tabla a continuación resume los cambios de ajustes propuestos.

Tabla 5-2: Modificaciones propuestas función 27 - Paño B1 TO Tamarugal Sistema 2

AJUSTES BAJA TENSIÓN (27) – V<>		
Parámetro	Ajuste actual	Ajuste propuesto
076.007 V<	0,81 Vnom(/@3)	0,76 Vnom(/@3)
076.008 V<<	0,20 Vnom(/@3)	Blocked
076.009 tV<	1,00 [s]	1,5 [s]
076.028 tV< 3-pole	1,00 [s]	1,5 [s]
076.010 tV<	0,42 [s]	Blocked

6. RECOMENDACIONES

En esta sección se indican recomendaciones para mejorar la operación actual del esquema de protecciones. Se destaca que estas recomendaciones son opcionales, dado que los ajustes actuales indicados en esta sección no incurren en incumplimientos normativos o descoordinaciones.

6.1. S/E La Huayca II 23 kV – Celdas E1, E2 y E3

6.1.1. Función de sobrecorriente de fase (50)

Para las celdas de los circuitos colectores del PFV La Huayca II se recomienda aumentar la temporización de la función 50 del ajuste instantáneo actual a 100 ms, con el objetivo de evitar la operación de esta función ante maniobras de energización o perturbaciones del sistema de transmisión. Se destaca que esta modificación no desmejora la coordinación actual, dado que el incoming (celda ET1) tiene un ajuste de sobrecorriente con una temporización de 600 ms, con lo que el cambio de ajuste mantiene un tiempo de paso de 500 ms, mayor a lo exigido en la normativa (que exige mayor o igual a 300 ms).

La tabla a continuación resume las recomendaciones propuestas.

Tabla 6-1: Modificaciones propuestas función 50 – Celdas E1, E2 y E3 S/E La Huayca

AJUSTES DE SOBRECORRIENTE DE FASE (50) – DTOC		
Parámetro	Ajuste actual	Ajuste propuesto
017.001 I>>	8,00 [Inom]	8,00 [Inom]
017.084 I>> dynamic	Blocked	Blocked
017.006 tI>>	0,00 [s]	0,10 [s]

6.2. S/E La Huayca II 66 kV – Paño BT1 (protección de línea) Sistema 2 MiCOM P139

6.2.1. Función de falla del interruptor (50BF)

Se recomienda modificar las temporizaciones actuales de las etapas de la función 50BF, ya que solo existe una diferencia de tiempo de 50 ms, lo cual no es suficiente tiempo para detectar la apertura del interruptor. En este sentido, se propone que la temporización de la etapa 1 sea disminuida a 50 ms, con el objetivo de tener una diferencia de 200 ms entre ambas etapas.

La tabla a continuación resume las recomendaciones propuestas.

Tabla 6-2: Modificaciones propuestas función 50BF - Paño BT1 S/E La Huayca al Sistema 2

AJUSTES FALLA INTERRUPTOR (50BF) – CBF		
Parámetro	Ajuste actual	Ajuste propuesto
022.080 General enable	Yes	Yes
022.154 Start with man.trip	No	No
022.159 Fct.assignm. CBAux	Without function	Without function
022.160 I<	0,10 [Inom]	0,10 [Inom]
022.165 t1 3p	0,20 [s]	0,05 [s]
022.166 t2	0,25 [s]	0,25 [s]
022.167 Min dur. Trip cmd.t1	0,25 [s]	0,25 [s]
022.168 Min dur. Trip cmd.t2	0,25 [s]	0,25 [s]
022.169 Latching trip cmd.t1	No	No
022.170 Latching trip cmd.t2	No	No
022.155 Delay/starting trig	0,00 [s]	0,00 [s]
022.171 Delay/fault beh. CB	0,12 [s]	0,12 [s]
022.172 Delay/CB sync.superv	Blocked	Blocked

6.3. S/E La Huayca II 23 kV – Celda ET1

6.3.1. Función de falla del interruptor (50BF)

Se recomienda modificar las temporizaciones actuales de las etapas de la función 50BF, ya que solo existe una diferencia de tiempo de 50 ms, lo cual no es suficiente tiempo para detectar la apertura del interruptor. En este sentido, se propone que la temporización de la etapa 1 sea disminuida a 50 ms, con el objetivo de tener una diferencia de 200 ms entre ambas etapas.

La tabla a continuación resume las recomendaciones propuestas.

Tabla 6-3: Modificaciones propuestas función 50BF - Paño B1 Tap Off Tamarugal al Sistema 2

AJUSTES FALLA INTERRUPTOR (50BF) – CBF		
Parámetro	Ajuste actual	Ajuste propuesto
022.080 General enable	Yes	Yes
022.154 Start with man.trip	No	No
022.159 Fct.assignm. CBAux	Without function	Without function
022.160 I<	0,10 [Inom]	0,10 [Inom]
022.165 t1 3p	0,20 [s]	0,05 [s]
022.166 t2	0,25 [s]	0,25 [s]
022.167 Min dur. Trip cmd.t1	0,25 [s]	0,25 [s]
022.168 Min dur. Trip cmd.t2	0,25 [s]	0,25 [s]
022.169 Latching trip cmd.t1	No	No
022.170 Latching trip cmd.t2	No	No

AJUSTES FALLA INTERRUPTOR (50BF) – CBF		
022.155 Delay/starting trig	0,00 [s]	0,00 [s]
022.171 Delay/fault beh. CB	0,12 [s]	0,12 [s]
022.172 Delay/CB sync.superv	Blocked	Blocked

7. CONCLUSIONES

El presente estudio ha analizado los ajustes de protección actuales asociados a la conexión del parque fotovoltaico La Huayca II, revisando la configuración de las funciones de protección habilitadas a través de los archivos print-outs. Se ha comparado si los ajustes actuales coinciden con los criterios del Estudio de Coordinación original del proyecto. Asimismo, se ha analizado si los ajustes cumplen con los lineamientos actuales de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio vigente.

- Se detectó la existencia de un incumplimiento normativo en los ajustes de sobre y baja frecuencia (81O/81U) habilitados en el sistema 2 MiCOM P139 del paño BT1 de la S/E La Huayca II, asociado a la protección de la línea hacia el Tap Off Tamarugal. Los ajustes actuales no cumplen con los requerimientos de operación de frecuencia exigidos en el artículo 3-10 de la NTSyCS, específicamente no se cumple con la operación en la banda de 48,0 – 49,0 Hz y con la banda de 51,0 – 52,0 Hz. Asimismo, se detectó que este ajuste no coincide con la parametrización indicada en el antecedente de origen del ajuste (referencia [d]).
- Se detectó la existencia de un incumplimiento normativo en los ajustes de baja tensión (27) habilitados en el sistema 2 MiCOM P139 del paño B1 del Tap Off Tamarugal, asociado a la protección de la línea hacia el PFV La Huayca. Los ajustes actuales no cumplen con los requerimientos de huecos de tensión exigidos en el artículo 3-8 de la NTSyCS, siendo la banda de tensión ajustada inferior a especificada en la norma.
- Se detectó una discrepancia en los ajustes de la función de sobrecorriente de fase (50) habilitadas en las celdas E1, E2 y E3 del PFV La Huayca con respecto al antecedente de origen del ajuste (referencia [d]). Sin embargo, el ajuste actual no implica incumplimientos normativos.
- Se concluye que los tiempos mínimos de despeje de falla exigidos en el artículo 5-40 de la NTSyCS se cumplen con la parametrización actual de los equipos de protección asociados a la red de 66 kV del PFV La Huayca II, siendo iguales o inferiores a 400 ms (20 ciclos).
- Los tiempos de despeje en el lado de 23 kV del PFV La Huayca, para el caso de fallas en la barra de 23 kV son de 600 ms, que coincide con los criterios del Estudio de Coordinación original (referencia [a]), priorizando en este caso coordinación con los ajustes del sistema colector por sobre los tiempos de despeje de 400 ms exigidos en la norma técnica, lo cual es una práctica habitual en la parametrización de protecciones de parques fotovoltaicos.
- Se detectaron ciertas funciones de protección habilitadas en los equipos que no estaban contempladas en el Estudio de Coordinación original (referencia [a]), detalladas a continuación. Salvo en los casos mencionados, su habilitación no incurre en incumplimientos normativos.
 - Sistema 2 MiCOM P139 Paño BT1 S/E La Huayca II:
 - Función de sobre y baja frecuencia (81O/81U) (incumple normativa).
 - Función de falla del interruptor (50BF).
 - Sistema 1 MiCOM P433 Paño B1 Tap Off Tamarugal:
 - Función de baja tensión (27).

- Sistema 2 MiCOM P139 Paño B1 Tap Off Tamarugal:
 - Función de baja tensión (27) (incumple normativa).
 - Función de sobretensión (59).

La tabla a continuación resume los cambios de ajustes propuestos necesarios para solucionar los incumplimientos normativos

Tabla 7-1: Cambios de ajustes propuestos

ID INFOTÉCNICA	SUBESTACIÓN	PAÑO/ CELDA	ELEMENTO PROTEGIDO	MODELO RELÉ	TTCC [A] TTPP [kV]	FUNCIÓN MODIFICADA
19777	La Huayca II 66 kV	BT1	LT Tap Off Tamarugal – La Huayca II 66 kV	S2: MiCOM P139	400/1 [A] 66/0,110 [kV]	81U/81O
19775	Tap Off Tamarugal	B1	LT Tap Off Tamarugal – La Huayca II 66 kV	S2: MiCOM P139	400/5 [A] 66/0,120 [kV]	27

Por su parte, la siguiente tabla resume las recomendaciones propuestas para mejorar la operación actual del sistema de protecciones.

Tabla 7-2: Recomendaciones propuestas

ID INFOTÉCNICA	SUBESTACIÓN	PAÑO/ CELDA	ELEMENTO PROTEGIDO	MODELO RELÉ	TTCC [A] TTPP [kV]	FUNCIÓN MODIFICADA
19780	La Huayca II 23 kV	E1	Módulo 1 PFV	S1: MiCOM P139	300/1 [A]	50
19781		E2	Módulo 2 PFV	S1: MiCOM P139	23/0,110 [kV]	50
19782		E3	Módulo 2 PFV	S1: MiCOM P139	300/1 [A] 23/0,110 [kV]	50
		ET1	Incoming 23 kV	S1: MiCOM P139	1250/1 [A]	50BF
19777	La Huayca II 66 kV	BT1	LT Tap Off Tamarugal – La Huayca II 66 kV	S2: MiCOM P139	400/1 [A] 66/0,110 [kV]	50BF

8. ANEXOS

8.1. Anexo 1 – Archivos print-outs del PFV Huayca II