

Empresa: Constructor Atacama CSP Chile SpA

País: Chile

Proyecto: Central CSP Cerro Dominador

Descripción: Informe de Mínimo Técnico

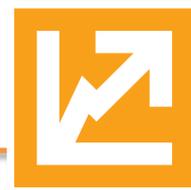
Código de Proyecto: EE-2020-231

Código de Informe: EE-EN-2021-0905

Revisión: A

ABENGOA

18 de junio de 2021



Este documento EE-EN-2021-0905-RA fue preparado para Constructor Atacama CSP Chile SpA por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Claudio Celman

Coordinador Dpto. Ensayos

claudio.celman@estudios-electricos.com**Ing. Andrés Capalbo**

Coordinador Dpto. Ensayos

andres.capalbo@estudios-electricos.com**Ing. Pablo Rifrani**

Gerente Dpto. Ensayos

pablo.rifrani@estudios-electricos.comwww.estudios-electricos.com

Este documento contiene 28 páginas y ha sido guardado por última vez el 18/06/2021 por César Colignon, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	18/06/2021	Para presentar.	CiC	AC	PR

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autenticadas a través de la web de Estudios Eléctricos; <http://www.estudios-electricos.com/certificados>.



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	Fecha ensayo y personal auditor	4
1.2	Medidores utilizados.....	4
1.3	Mediciones.....	5
2	ASPECTOS NORMATIVOS	6
3	DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL.....	7
3.1	Introducción	7
3.2	Antecedentes técnicos.....	7
3.2.1	Equipos primarios.....	7
3.2.2	Diagramas unilineales	8
3.3	Antecedentes técnicos de Mínimo Técnico	11
4	DETERMINACIÓN DEL MÍNIMO TÉCNICO	13
4.1	Mediciones.....	13
4.2	Descripción de los ensayos	14
5	CONCLUSIONES	17
6	ANEXOS	18
6.1	Generador Sincrónico.....	18
6.2	Transformador principal.....	22
6.3	Transformador de servicios auxiliares	23
6.4	Antecedentes de turbina.....	24



1 INTRODUCCIÓN

El presente Informe Técnico documenta el procedimiento y los resultados obtenidos al determinar el Mínimo Técnico de la Central CSP Cerro Dominador de acuerdo con lo establecido en el “Anexo Técnico: Determinación de Mínimos Técnicos en Unidades Generadoras”, cuyos aspectos más relevantes se destacan en la Sección 2.

La Central CSP Cerro Dominador se emplaza en la comuna de María Elena en la región de Antofagasta, aproximadamente a 24 km al noroeste de Sierra Gorda. Está conformada por una turbina de vapor vinculada a un generador sincrónico de 133.53 MVA de potencia aparente y 13.2 kV de tensión nominal.

1.1 Fecha ensayo y personal auditor

<i>Personal</i>	<i>Fecha de ensayo</i>
Ing. Gonzalo Espinoza	21 de mayo de 2021
Ing. César Colignon	

1.2 Medidores utilizados

<i>Denominación</i>	<i>Marca</i>	<i>Modelo</i>	<i>Nº de serie</i>
Adquisidor	EE	16CH	EEEQ2010244

Tabla 1.1 – Equipos utilizados

Además de lo mostrado en la Tabla 1.1, se utilizaron datos adquiridos mediante el SCADA de la central el cual cuenta con una tasa de muestreo de 1 segundo.



1.3 Mediciones

En el diagrama unilineal de la Figura 1.1 se presenta un esquemático simplificado de planta donde se distingue el punto de medición de potencia bruta de la unidad.

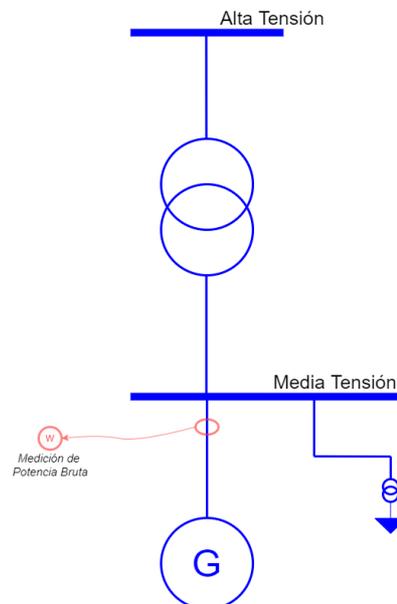


Figura 1.1 – Diagrama esquemático de medición

Adicionalmente, se ha utilizado el sistema de registro de planta para tomar las siguientes variables durante el período de pruebas:

- Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad
- Tensión y corriente en bornes de la unidad
- Frecuencia eléctrica
- Posición de interruptor de generador
- Velocidad de turbina
- Temperatura de vapor en secciones de alta y media presión
- Temperatura de carcasa de turbina – sección de alta presión
- Presión de vapor en secciones de alta y media presión
- Caudal de vapor en secciones de alta y media presión
- Posición de válvulas en secciones de alta y media presión



2 ASPECTOS NORMATIVOS

El “**Anexo Técnico: Determinación de Mínimo Técnico en Unidades Generadoras**” establece cómo determinar e informar la potencia activa bruta mínima con la cual una unidad puede operar en forma permanente, segura y estable inyectando energía al sistema. Este mínimo deberá obedecer sólo a restricciones técnicas de operación de la unidad.

Según se estipula en el artículo 9 del mencionado anexo, el presente informe describe los registros de operación, metodologías y conclusiones bajo las cuáles se establece el valor de Mínimo Técnico informado.

Este informe contiene la siguiente información:

- a) Antecedentes técnicos de diseño.
- b) Recomendaciones del fabricante.
- c) Antecedentes de operación de la unidad generadora, incluyendo los registros y descripción de los análisis y pruebas efectuadas.
- d) Justificaciones que describen 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.

En la sección 6 se incluyen las fuentes técnicas consideradas en la elaboración del presente informe.



3 DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

3.1 Introducción

La Central CSP Cerro Dominador corresponde a una planta termosolar de concentración solar de potencia. Cuenta con 10.600 heliostatos con una superficie total superior a 700 hectáreas, los cuales concentran la radiación solar en un punto ubicado en la parte superior de una torre de 250 metros de altura. La radiación del sol se emplea para calentar sales fundidas que se utilizan para generar el vapor con el que se alimenta la turbina de vapor.

3.2 Antecedentes técnicos

3.2.1 Equipos primarios

La Central CSP Cerro Dominador cuenta con un generador sincrónico marca BRUSH, modelo BDAX 9-450ERH, de 133.53 MVA de potencia aparente y 13.2 kV de tensión nominal. La hoja de datos y curvas características se presentan en el anexo 6.1.

La unidad cuenta con un transformador elevador de relación $13.2 / (220 \pm 8 \times 1.25\%)$ kV, de capacidad 77/102/128 MVA (ONAN/ONAF1/ONAF2). El cambiador de tomas puede operar con el transformador en carga. Su placa característica se presenta en el anexo 6.2.

La central cuenta con un transformador de servicios auxiliares de relación $(13.2 \pm 8 \times 1.25\%) / 6.9$ kV, de capacidad 40 MVA ONAN. El cambiador de tomas puede operar con el transformador en carga. Su placa característica se presenta en el anexo 6.3.



3.2.2 Diagramas unilineales

Se presenta en la Figura 3.1 el diagrama unilineal de la Central CSP Cerro Dominador. La unidad generadora cuenta con un interruptor de máquina en 13.2 kV (52CT1) que permite su interconexión con el devanado de baja tensión del transformador elevador.

En tanto, mediante el interruptor 52JT1 ubicado en el devanado de 220 kV del transformador, la central se interconecta a una línea de transmisión hacia el paño J3 de la Subestación Cerro Dominador.

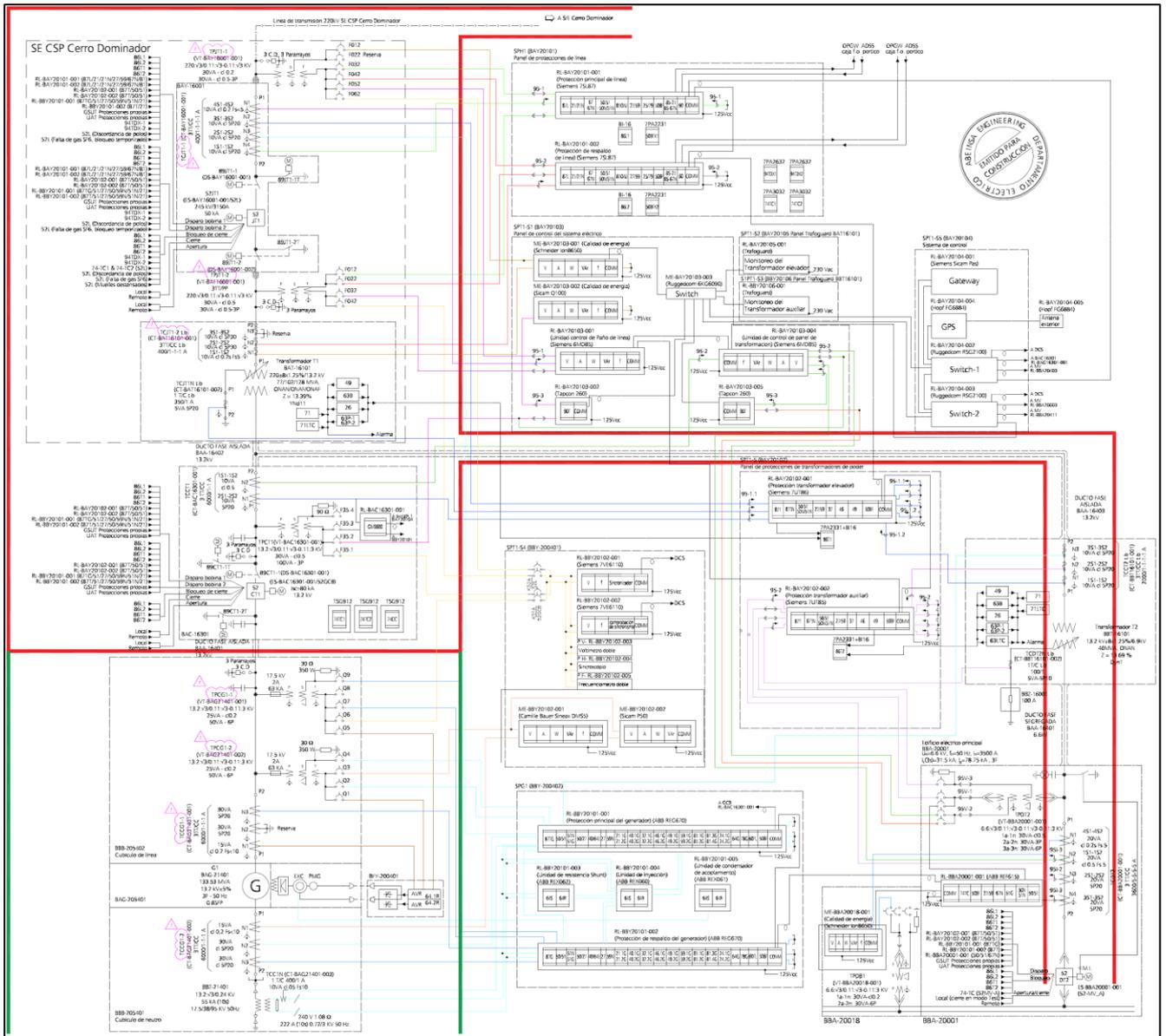


Figura 3.1 – Diagrama unilineal Central CSP Cerro Dominador



En la Figura 3.2 se presenta el diagrama unilineal de la Subestación Cerro Dominador. El recuadro azul enmarca el paño J3, proveniente de la Central CSP Cerro Dominador.

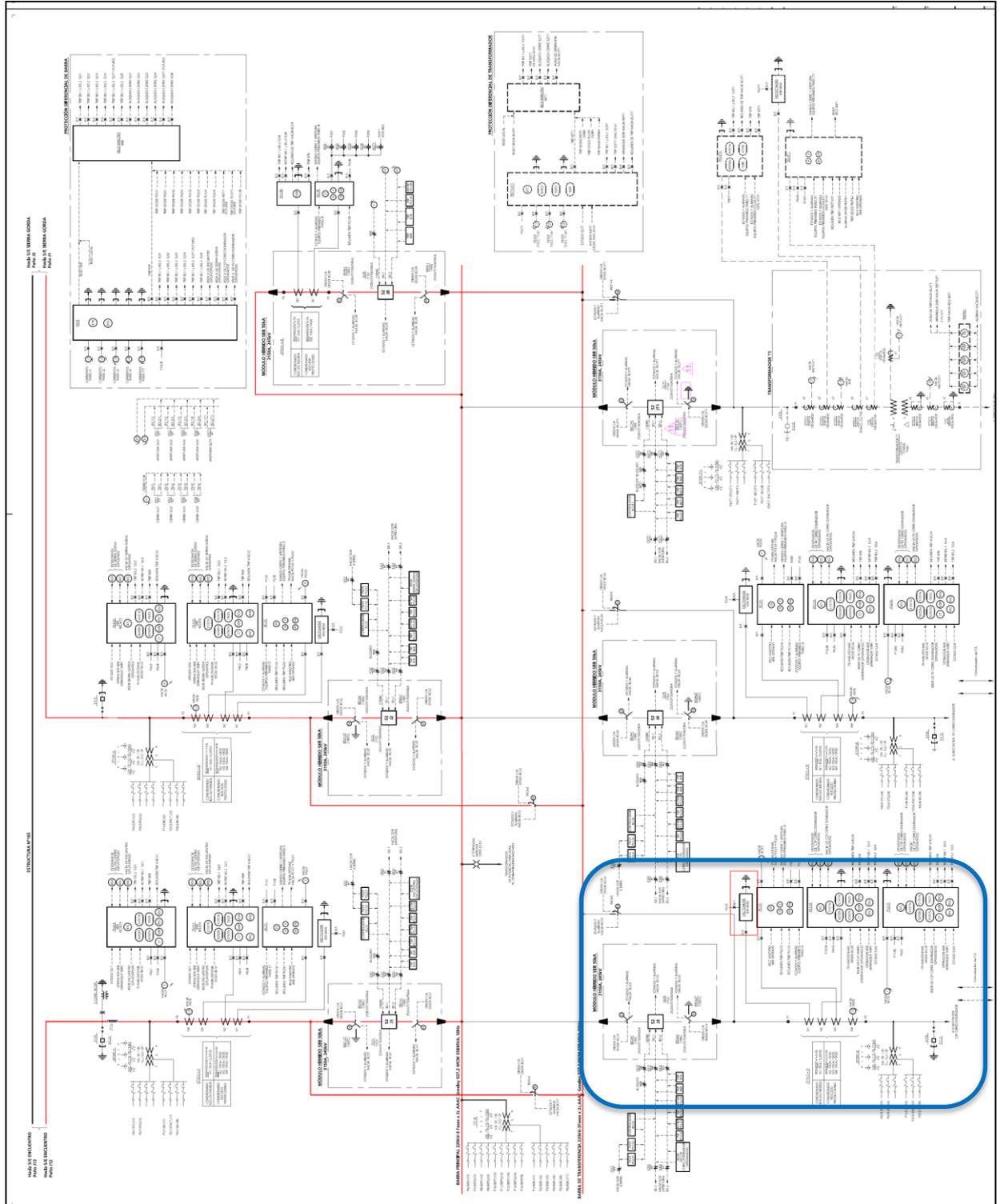


Figura 3.2 – Diagrama unilineal Subestación Cerro Dominador



En la Figura 3.3 se presenta el diagrama unilineal de los Servicios Auxiliares de la Central CSP Cerro Dominador.

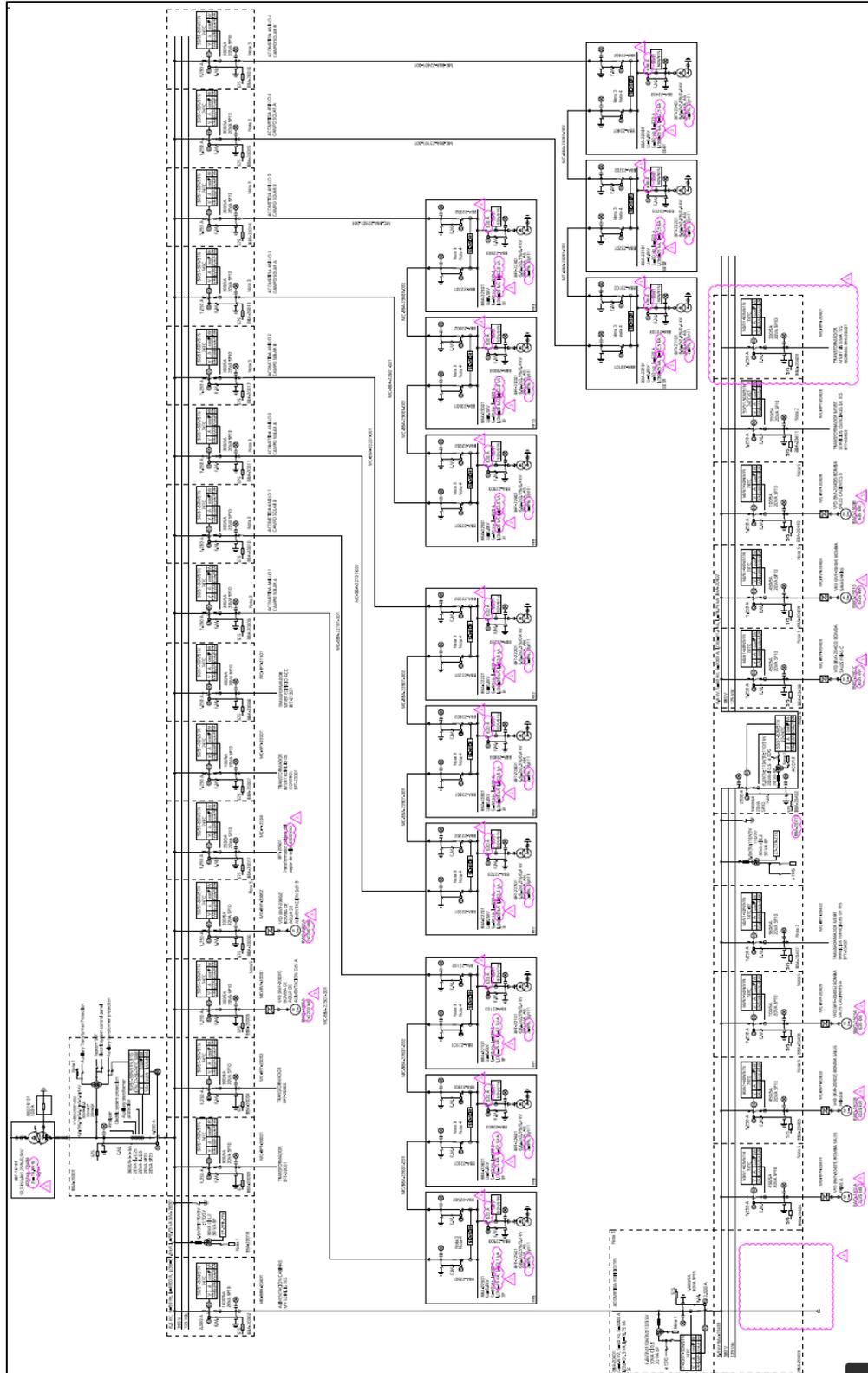


Figura 3.3 – Diagrama unilineal Subestación Cerro Dominador



3.3 Antecedentes técnicos de Mínimo Técnico

Se presenta el diagrama de *Heat Balance* propuesto por el fabricante en la condición de mínima carga estable. Se observa en la Figura 3.4 que el valor de mínimo técnico de diseño informado por el fabricante es de 26.014 MW.

Sin embargo, el Mínimo Técnico quedará determinado en este caso por el valor mínimo de generación de potencia activa que permite mantener las variables de presión y temperatura del ciclo de vapor dentro de sus márgenes de operación estables.

Durante el arranque u operación de la unidad, si la temperatura de la superficie interior de la carcasa de la sección de alta presión de la turbina supera los 415 °C, se produce la salida de servicio de la turbina. Lo anterior se observa en el inciso 14) del procedimiento de partida, disponible en el anexo 6.4 (ver Figura 6.8).

Complementariamente, se definen como variables de interés para monitorizar durante este proceso a “TIT_20010_ABC: Temperatura de vapor – sección de alta presión” y “TIT_21010_ABC: Temperatura de vapor – sección de media presión”. Los ajustes de alarma y disparo de estas variables se pueden ver en las Figura 6.10 y Figura 6.11 respectivamente.

Durante la ejecución de las pruebas se verificó que la principal variable a monitorear es la temperatura de carcasa de turbina – HP (TIT_20201), ya que es la variable que se mantiene más cerca de sus valores de alarma durante la operación de la central en condiciones de baja potencia.

A modo de complemento se presenta el ajuste de los valores de alarma y disparo para la temperatura de carcasa de la turbina, sección de alta presión (ver Figura 6.9).

<i>Variable</i>	<i>Nominal</i>	<i>Alarma</i>	<i>Disparo</i>
TIT_20201: Temperatura de carcasa de turbina – HP	365 °C	390 °C	415 °C



4 DETERMINACIÓN DEL MÍNIMO TÉCNICO

El valor correspondiente al Mínimo técnico corresponde al menor valor de potencia activa bruta que la unidad generadora es capaz de mantener de manera estable.

En el caso de la Central CSP Cerro Dominador, el valor mínimo de potencia bruta fue posible mantener de manera estable es de **29.0 MW** en bornes de la unidad.

4.1 Mediciones

En la Figura 4.1 se presenta el punto de medición de las principales variables eléctricas de la unidad. La medición de potencia bruta se realizó mediante el equipo adquisidor CIRION J16.2 desarrollado por Estudios Eléctricos, con una tasa de muestreo de 10 ms.

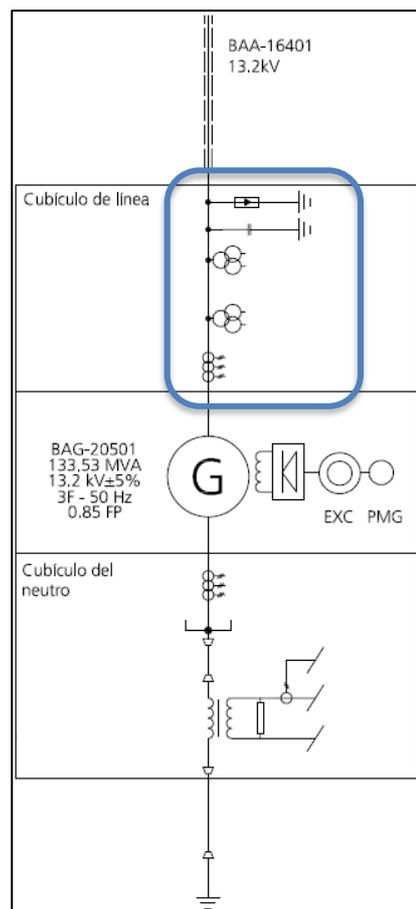


Figura 4.1 – Punto de medición de potencia bruta de la unidad

Además, se obtienen las principales variables del ciclo de vapor por medio del sistema SCADA de planta, con una tasa de muestreo de 1 muestra por segundo.



4.2 Descripción de los ensayos

El día 20 de mayo de 2021 se realiza el ensayo de Mínimo Técnico. Se consigna una referencia de potencia activa de **26 MW**, en busca de conseguir registrar el valor informado por el fabricante.

Durante este ensayo se produce un disparo de la turbina, debido a la variable “TIT_20201: Temperatura de carcasa en salida de vapor – sección de alta presión”.

En la Figura 4.2 se presenta el registro del ensayo. Se aprecia el que la variable “TIT_20201” aumenta de forma sostenida hasta alcanzar el valor de disparo y se produce la salida de servicio de la unidad.

En tanto, en la Figura 4.3 se presenta el registro de las variables “TIT_20010_ABC: Temperatura de vapor – sección de alta presión” y “TIT_21010_ABC: Temperatura de vapor – sección de media presión”. Se observa que los valores se mantienen estables dentro de márgenes seguros de operación.

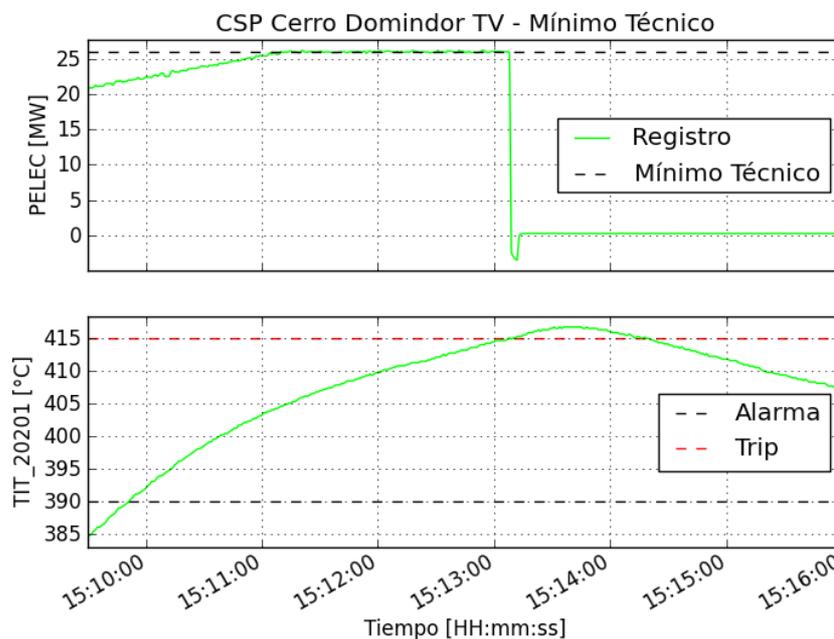


Figura 4.2 – Prueba de mínimo técnico – $P_o = 26 \text{ MW}$

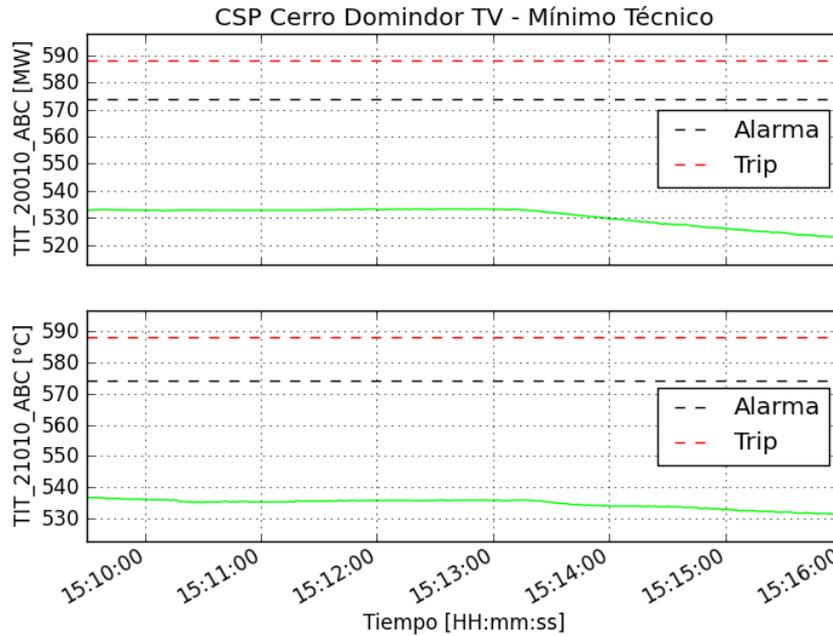


Figura 4.3 – Prueba de mínimo técnico – $P_o = 26 \text{ MW}$

Frente a esta situación, se realiza el día 21 de mayo de 2021 un nuevo ensayo de Mínimo Técnico. Se consigna inicialmente una referencia de potencia activa de **28 MW**.

Durante este ensayo se observa un aumento sostenido de la variable “TIT_20201: Temperatura de carcasa en salida de vapor – sección de alta presión” hasta el valor de alarma (ver Figura 4.4).

Frente a esto se procede a consignar una referencia de potencia activa de **29MW**, esto permite que la variable TIT_20201 se establezca en un valor cercano al nivel de alarma y que la unidad pueda operar de forma permanente en estas condiciones.

Adicionalmente, se presentan en la Figura 4.5 las temperaturas de vapor en las secciones de alta y media presión de la turbina. Se aprecia que ambas variables se mantienen estables en valores seguros de operación.

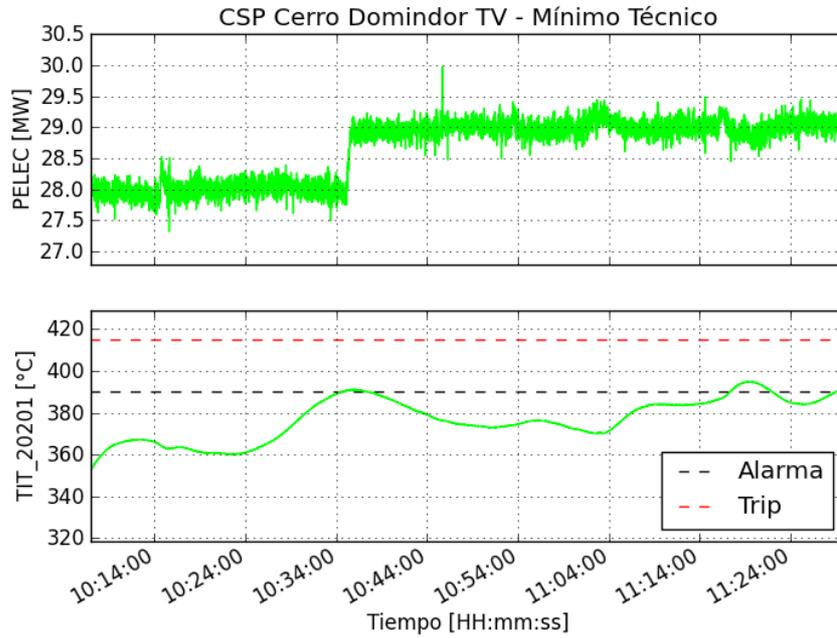


Figura 4.4 - Prueba de mínimo técnico - $P_o = 29$ MW

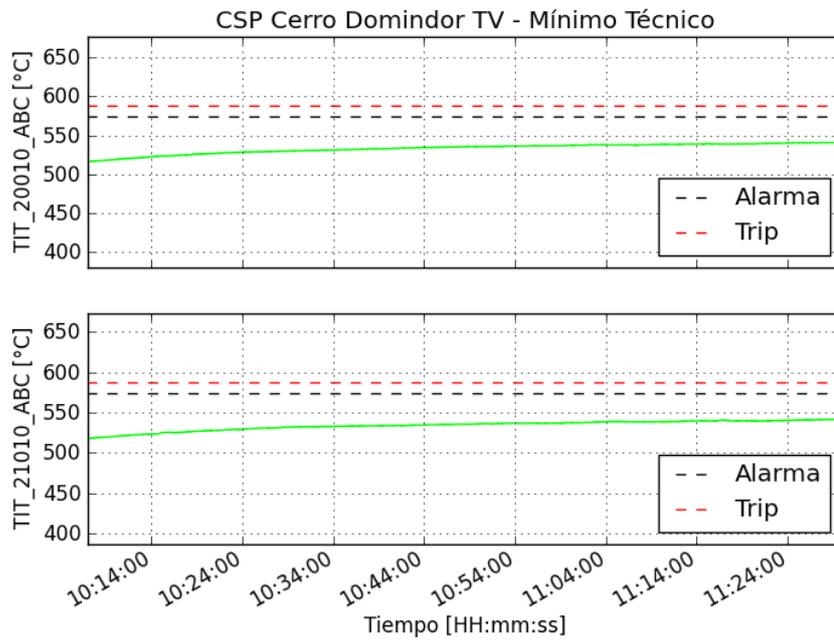


Figura 4.5 - Prueba de mínimo técnico - $P_o = 29$ MW



5 CONCLUSIONES

Se determinó mediante ensayos el valor de Mínimo Técnico de la Central CSP Cerro Dominador, el cual se establece en **29 MW** de potencia activa bruta.

Si bien por diseño se define el valor 26.014 MW como mínimo de potencia activa estable, se ha verificado en los registros de operación que dicha condición implica un aumento sostenido de la temperatura de carcasa de la turbina en la sección de alta presión. Esto eventualmente produce el disparo de la unidad.

Se ha verificado en la operación de la Central CSP Cerro Dominador, que el menor valor de despacho que permite mantener las condiciones del ciclo térmico estables es 29.0 MW. Lo anterior permite respetar lo establecido en el procedimiento de partida de la unidad presentado en el anexo 6.4 (ver Figura 6.7 y Figura 6.8).

No se han identificado otras fuentes de inestabilidad y se verificó operación estable en el valor de MT determinado.



6 ANEXOS

6.1 Generador Sincrónico

<u>ELECTRICAL DATA SHEET</u>		
BRUSH SEM s.r.o., Edvarda Beneše 564/39, Doudlevice, 301 00 Plzeň, Czech Republic Telephone: +420 378210111 Telefax: +420 378210337 E-mail: salescz@brush.eu		
GENERATOR BDAX 9-450ERH BAG-205401		
1.	<u>RATING DETAILS</u>	
1.1	Frame size	BDAX 9-450ERH
1.2	Terminal voltage	13.2 kV ±5 %
1.3	Frequency	50 Hz ±3 %
1.4	Speed	3000 rev/min
1.5	Power factor	0.85
1.6	Applicable international standard	IEC 60034-1, 3
1.7	Rated coolant inlet temperature (water+20% glycol / air)	32 / 42 °C
1.8	Altitude	up to 1550 m
1.9	Rated output	113.50 MW, 133.53 MVA
2.	<u>PERFORMANCE CURVES</u> (revision in accordance with test)	
2.1	Output vs. coolant inlet temperature	Ex 11550 V Iss.C
2.2	Capability diagram	Ex 11551 V Iss.E
2.3	Efficiency vs. output	Ex 11552 V Iss.C
2.4	Open and short circuit curves	Ex 11553 V Iss.C
2.5	Permitted duration of negative sequence current	Ex 11554 V Iss.B
2.6	Voltage/frequency capability (continuous)	Ex 11598 V Iss.C
2.7	Voltage/frequency capability (short-time)	Ex 11599 V Iss.C
2.8	Permissible overfluxing	Ex 6063a V Iss.B
3.	<u>REACTANCES</u> (revision in accordance with test)	
3.1	Direct axis synchronous reactance, $X_{d(f)}$	227 %
3.2	Direct axis saturated transient reactance, $X'_{d(v)}$	23.4 %
3.3	Direct axis saturated sub transient reactance, $X''_{d(v)}$	15.5 %
3.4	Unsaturated negative sequence reactance, $X_{2(f)}$	19.4 %
3.5	Unsaturated zero sequence reactance, $X_{0(f)}$	9.9 %
3.6	Quadrature axis synchronous reactance, $X_{q(f)}$	215 %
3.7	Quadrature axis saturated transient reactance, $X'_{q(v)}$	31.9 %
3.8	Quadrature axis saturated sub transient reactance, $X''_{q(v)}$	15.9 %
3.9	Short circuit ratio	0.47
4.	<u>SEQUENCE IMPEDANCES</u> (revision in accordance with test)	
4.20	Positive sequence impedance per phase, Z_1	2.272 p.u. 2.9647 ohms
4.21	Negative sequence impedance per phase, Z_2	0.1941 p.u. 0.2533 ohms
4.22	Zero sequence impedance per phase, Z_0	0.0994 p.u. 0.1297 ohms
Notes:		
1.	The electrical details provided are measured or calculated values. Unless otherwise stated, all values are subject to tolerances as given in the relevant international standards.	
Title: TECHNICAL DATA AND CURVES OF THE GENERATOR		 BRUSH SEM s.r.o. Higher level assignment: Sheets / Sheet 11 / 2
		1D000692 /D

Figura 6.1 – Hoja de datos de generador (1 de 2)



4. RESISTANCES AT 20°C (revision in accordance with test)		
4.1	Rotor resistance	0.093 ohms
4.2	Stator resistance per phase	0.0012 ohms
5. TIME CONSTANTS AT 75°C (revision in accordance with test)		
5.1	Transient O.C. time constant, T'_{d0}	12.46 seconds
5.2	Transient S.C. time constant, T'_d	0.942 seconds
5.3	Sub transient O.C. time constant T''_{d0}	0.034 seconds
5.4	Sub transient S.C. time constant, T''_d	0.024 seconds
5.5	D.C. Armature time constant, T_a	0.379 seconds
6. INERTIA		
6.1	Moment of inertia, WR^2 (see note 2)	3905 kg.m ²
6.2	Inertia constant, H	1.443 kW.secs / kVA
7. CAPACITANCE (revision in accordance with test)		
7.1	Capacitance per phase of stator winding to earth	0.508 microFarad
8. EXCITATION (revision in accordance with test)		
8.1	Excitation current at no load, rated voltage	445 amps
8.2	Excitation voltage at no load, rated voltage	41 volts
8.3	Excitation current at rated load and P.F.	1284 amps
8.4	Excitation voltage at rated load and P.F.	151 volts
8.5	Inherent voltage regulation, F.L. to N.L.	58.5 %
Notes:		
1.	The electrical details provided are measured or calculated values. Unless otherwise stated, all values are subject to tolerances as given in the relevant international standards.	
2.	The rotor inertia value may vary slightly with the generator / turbine interface. In the event of conflict, the figure quoted on the rotor geometry drawing takes precedence.	
Title: TECHNICAL DATA AND CURVES OF THE GENERATOR		 BRUSH SEM s.r.o. Higher level assignment: 1D000692 /D Sheets / Sheet 11 / 3

Figura 6.2 – Hoja de datos de generador (2 de 2)

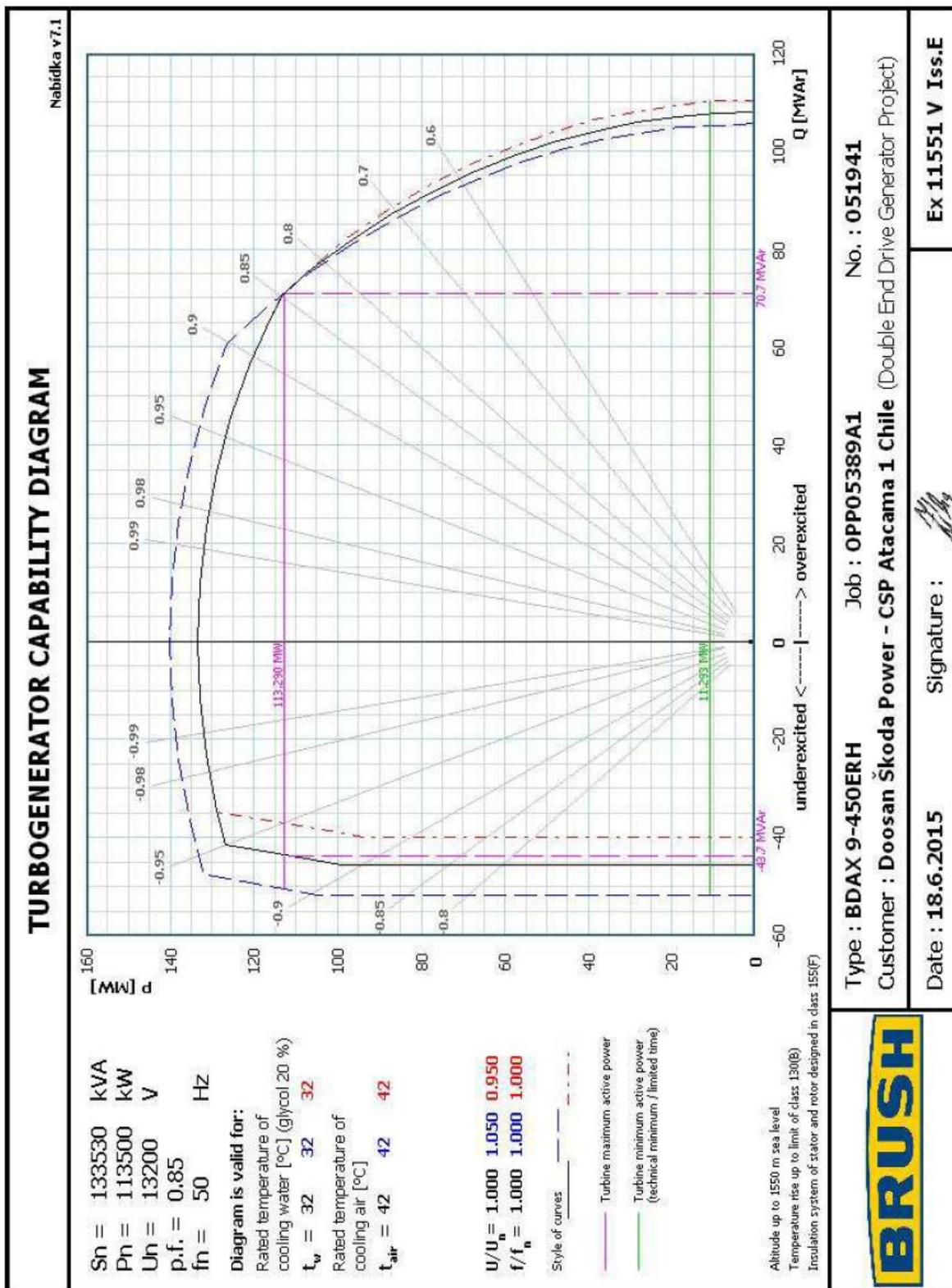


Figura 6.3 – Curva de capacidad de generador

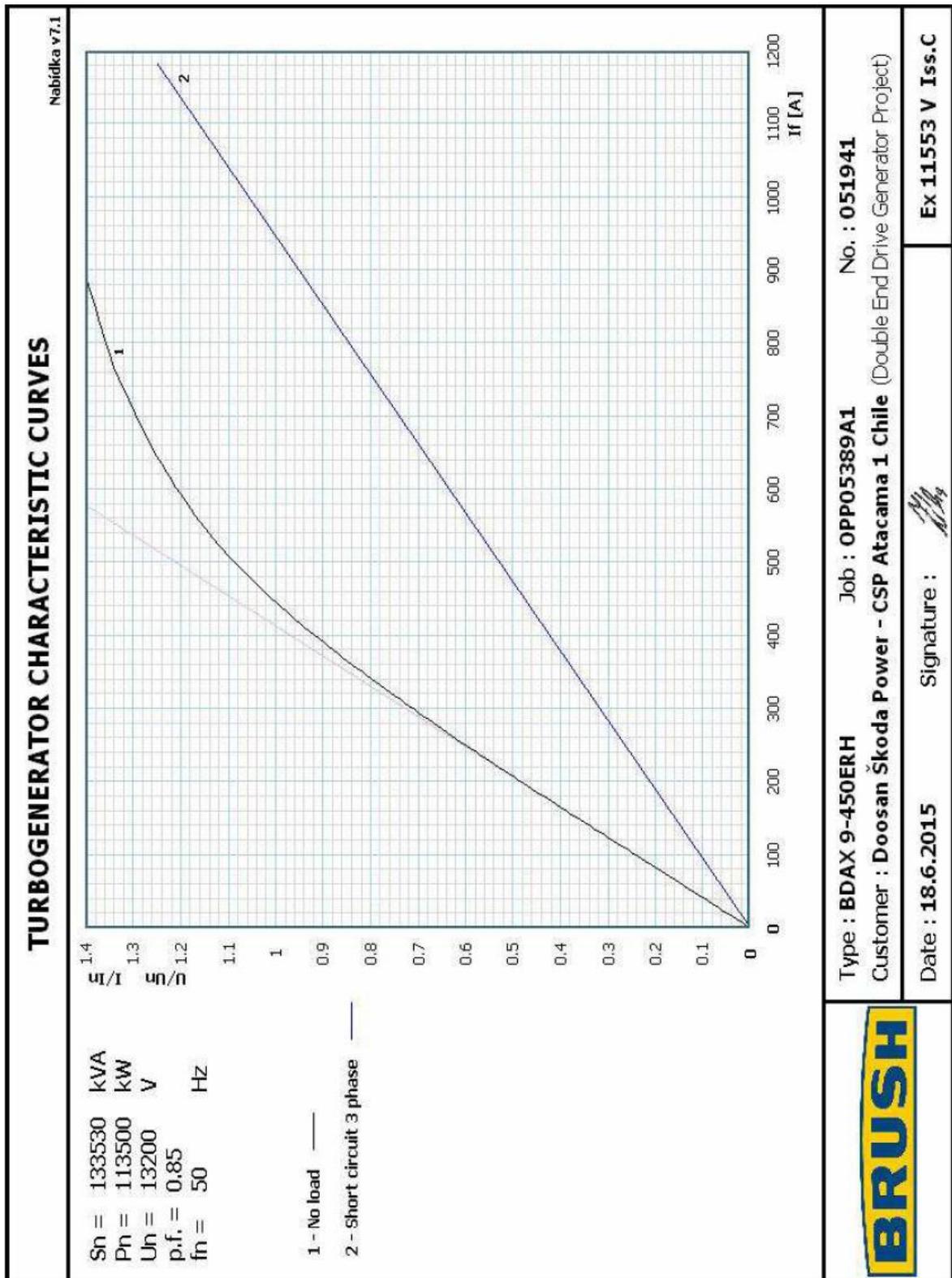


Figura 6.4 – Curvas características de generador



6.2 Transformador principal

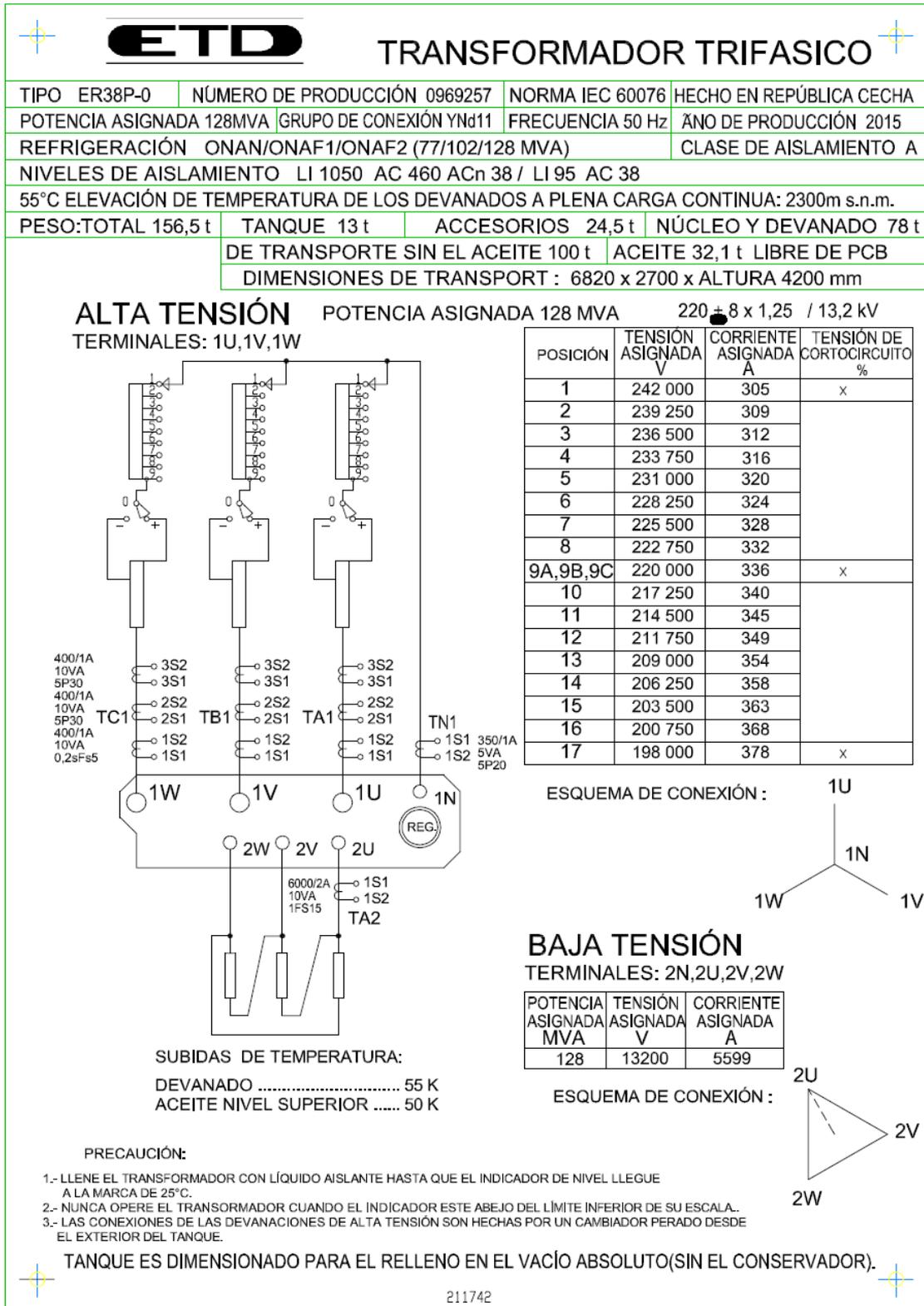


Figura 6.5 – Datos de placa de transformador principal



6.3 Transformador de servicios auxiliares

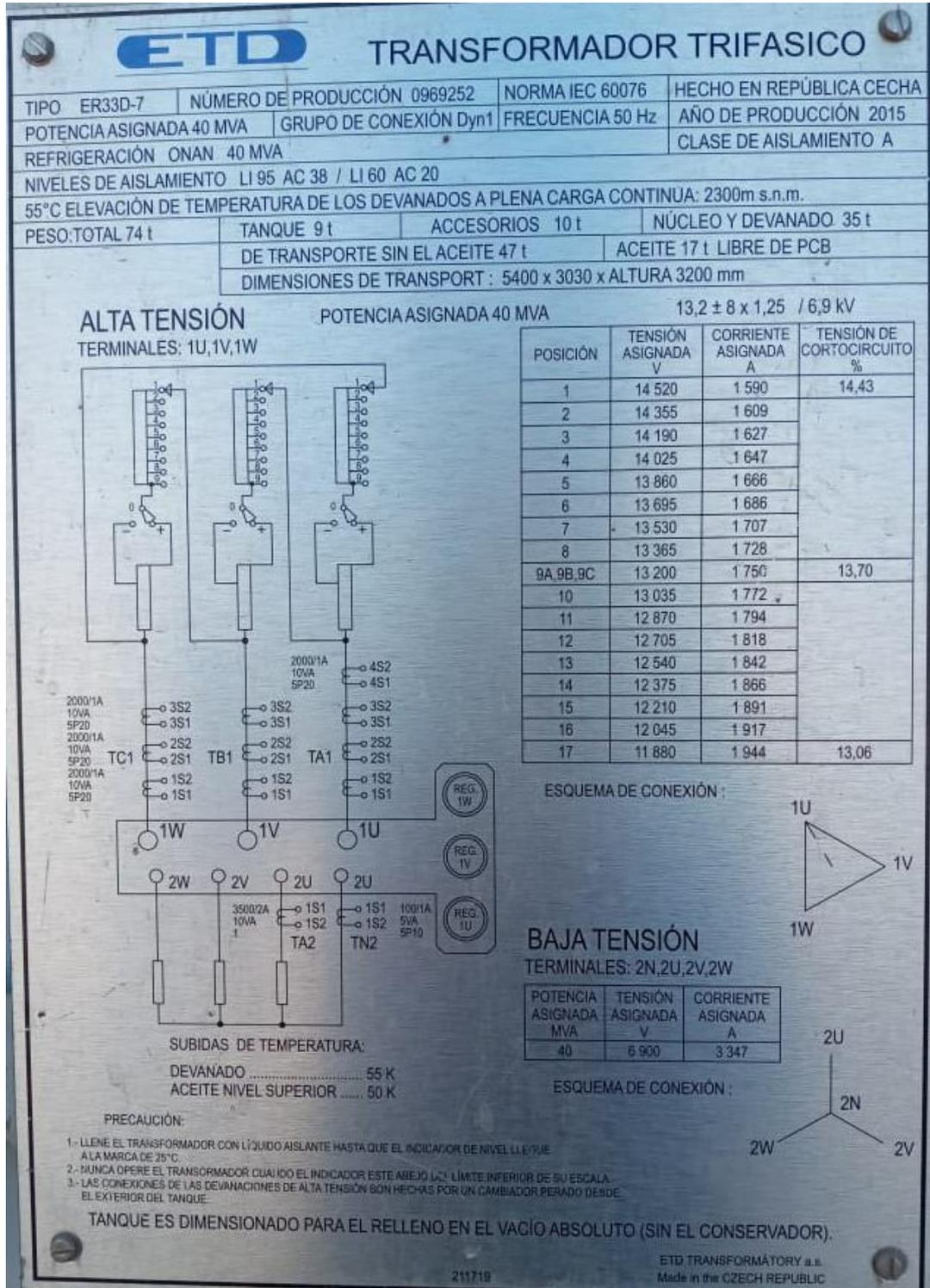


Figura 6.6 – Datos de placa de transformador de servicios auxiliares



6.4 Antecedentes de turbina



Start-up conditions
Tp110997-S
CSP Atacama 1 PRO100170



For turbine start-up it is necessary to fulfill the following conditions:

- 1) The warm-up line of IP steam lines and valve casings can be opened as soon as the IP steam temperature at boiler exit exceeds the temperature of IP valve casings (TIT-21200). This warm-up line will close after synchronization.

The warm-up line of HP steam line can be opened as soon as the HP steam temperature at boiler exit exceeds the temperature upstream of the HP turbine $T_{steamHP}$. After the HP stop valves open this warm-up line will close and the warm-up line of the HP valve casing (XV-20202) will open instead. This warm-up line will close after synchronization.
- 2) HP stop valves can be opened if both of the following conditions are fulfilled:
 - a) Temperature $T_{steamHP}$ is higher than temperature of the HP valve casing (TIT-20200).
 - b) The difference of the saturation temperature corresponding to pressure upstream of the HP valves (PIT-20010-A, B) minus the temperature of the HP valve casing (TIT-20200) is lower than 120°C. If this condition is not fulfilled, it is necessary to decrease steam pressure upstream of the HP valves.
- 3) The maximum allowed warm-up rate of the HP and IP valve casings is 7°C/min.
- 4) If the temperature T_{HP} or T_{HPtop} is lower than 180°C, the check valve bypass at the HP turbine exhaust (MOV-21201) is opened as soon as the saturation temperature corresponding to cold reheat steam pressure exceeds T_{HPtop} . The check valve bypass opens gradually according to the curve "HP outlet pressure for HP warming". The bypass closes when T_{HP} and T_{HPtop} exceed 185°C or when the TG accelerates above 550/300 rpm (HP shaft/IP shaft).
- 5) HP control valves remain closed until after synchronization.
- 6) The first warming speed is 2200/1200 rpm (HP shaft/IP shaft). This speed is reached with the IP turbine with the ramp 1100/600 rpm/min (HP shaft/IP shaft) after the following conditions have been fulfilled:
 - a) Metal temperatures T_{HP} a T_{HPtop} are at least 180°C,
 - b) the minimum steam temperature T_{minIP} has been reached as per the start-up diagram,
 - c) condenser pressure does not exceed 50 kPa(a).
- 7) The second warming speed is 3685/2010 rpm (HP shaft/IP shaft). This speed is reached with the IP turbine with the ramp 1100/600 rpm/min (HP shaft/IP shaft) after the following conditions have been fulfilled:
 - a) The waiting time t_1 on the first warming speed has passed,
 - b) the minimum steam temperature T_{minIP} has been reached as per the start-up diagram,
 - c) condenser pressure does not exceed 20 kPa(a).
- 8) Turbine will run up to the rated speed with the ramp 600 rpm/min (IP shaft) after the following conditions have been fulfilled:
 - a) The waiting time t_2 on the second warming speed has passed,
 - b) instantaneous temperature of the IP casing T_{IP} is at least 110°C,
 - c) condenser pressure does not exceed 20 kPa(a).
- 9) Reheat steam pressure is set by the LP bypass according to the following rules:
 - a) Until synchronization, reheat steam pressure is set to 12 bar(a).
 - b) After synchronization, reheat steam pressure is set as a function of the IP generator output based on the curve "LP bypass pressure setpoint".
- 10) For synchronization and for initial load, the following conditions must be fulfilled. Until these conditions are fulfilled, the turbine is run at rated speed.
 - a) $T_{steamHP} - T_{HP} > 50^{\circ}C$ or $T_{steamHP} > 525^{\circ}C$,
 - b) $T_{steamIP} - T_{IP} < 290^{\circ}C$ & $T_{steamHP} - T_{HP} < 270^{\circ}C$... for cold start,
 $T_{steamIP} - T_{IP} < 260^{\circ}C$ & $T_{steamHP} - T_{HP} < 245^{\circ}C$... for warm start,
 $T_{steamIP} - T_{IP} < 165^{\circ}C$ & $T_{steamHP} - T_{HP} < 200^{\circ}C$... for hot start.

Prepared by: Pavel Pánek

Page 5 (15)

07.08.2015
Revision 4



Figura 6.7 – Procedimiento de partida de turbina (1 de 2)





Start-up conditions
Tp110997-S
CSP Atacama 1 PRO100170



For synchronization and for initial load, the following conditions should be fulfilled. Their fulfillment ensures that the allowed thermal stress limits are not exceeded.

- a) $T_{\text{steamHP}} - T_{\text{HP}} > 50^{\circ}\text{C}$ or $T_{\text{steamHP}} > 525^{\circ}\text{C}$,
- b) $T_{\text{steamIP}} - T_{\text{IP}} < 246^{\circ}\text{C}$ & $T_{\text{steamHP}} - T_{\text{HP}} < 221^{\circ}\text{C}$... for cold start,
 $T_{\text{steamIP}} - T_{\text{IP}} < 221^{\circ}\text{C}$ & $T_{\text{steamHP}} - T_{\text{HP}} < 199^{\circ}\text{C}$... for warm start,
 $T_{\text{steamIP}} - T_{\text{IP}} < 147^{\circ}\text{C}$ & $T_{\text{steamHP}} - T_{\text{HP}} < 172^{\circ}\text{C}$... for hot start.

11) After reaching the initial load, the rate of steam temperature increase (T_{steamHP} and T_{steamIP}) is determined by the instantaneous value of thermal stress of the HP and IP rotors, so that the thermal stress limits are not exceeded.

- a) Anytime the allowed thermal stress limit for the HP (IP) turbine is exceeded during the loading of the turbine, it is necessary to stop the increase of live (reheat) temperature and to suspend the loading or even to decrease load.
- b) If the forbidden limit for the HP or IP thermal stress is exceeded at any time during operation, the turbine is shut down.

12) The heating ring is used to accelerate the warm-up of the HP outer casing. The heating ring (XV-20201) opens automatically when the HP outer casing temperature (TIT-20211, TIT-20212) is lower than 300°C . In addition, the operating personnel can open the heating ring to reduce HP differential expansion when necessary. The heating ring can only be open when the HP control valves are open. In the event of a turbine trip, the heating ring is closed.

The amount of steam admitted into the heating ring shall be controlled using the handwheels VL-20207-01 and V-20208-01 in order to ensure that HP outer casing temperatures (TIT-20211, TIT-20212) do not increase at a rate faster than $4^{\circ}\text{C}/\text{min}$. Once the position of the handwheels is determined, these shall be locked in that position.

13) Loading can be performed automatically using the module generating the loading and inlet pressure rate with regard to actual thermal stress levels. This automatically generated value is sent to DCS. Alternatively, the loading rate can be entered manually.

14) If inner surface temperature of the outer casing at HP turbine exhaust (TIT-21215-A, B, C) exceeds 390°C at any time during start-up and operation, the HP control valves and the check valve at the HP turbine exhaust (VC-21204-01) are closed and the HP turbine is evacuated into the condenser. If the inner surface temperature of the outer casing at HP turbine exhaust exceeds 415°C , the turbine is shut down.

15) The absolute value of temperature difference between top and bottom of the HP and IP outer casing (TIT-20211/TIT-20212 and TIT-21213/TIT-21214) must not exceed 40°C at any time during start-up and operation.

16) The manufacturer reserves the right to modify the start-up diagram on the basis of experience gained in the process of turbine commissioning.

Prepared by: Pavel Pánek

Page 6 (15)

07.08.2015
Revision 4



Figura 6.8 – Procedimiento de partida de turbina (2 de 2)



Trips & Alarms setting
CSP Atacama

Doosan Škoda Power

22. Temperature – HP casing outlet (inner surface)

Signal Tag: TIT-20201-A, TIT-20201-B, TIT-20201-C
Logic: 2oo3 combination of exceeded limits and signal faults when ACTIVATION 2
Action: Processed in TPS

Nominal value	365						°C
Protection level	L3	L2	L1	H1	H2	H3	
Protection value				390		415	

Protection system activity						
Protection level	L3	L2	L1	H1	H2	H3
Alarm				x	x	x
Intervention						x

Figura 6.9 – Protecciones de turbina – Temperatura de carcasa – HP

20. Temperature - Steam before HP stop valve

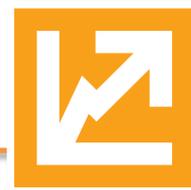
Signal Tag: TIT-20010-A, TIT-20010-B, TIT-20010-C
Logic: 2oo3 combination of exceeded limits and signal faults when ACTIVATION 2 for high temperature. 2oo3 combination of exceeded limits when ACTIVATION 3 for low temperature.
 Or 2oo3 combination of exceeded limits; limit of saturation temperature is calculated from pressure PIT-20010 with reserve 50°C when ACTIVATION 2

Action: Processed in TPS

Nominal value	549,8						°C
Protection level	L3	L2	L1	H1	H2	H3	
Protection value	465 ^{+1, +2}		490 ⁺¹	568	574	588	

Protection system activity						
Protection level	L3	L2	L1	H1	H2	H3
Alarm	x		x	x	x	x
Intervention	x					x

Figura 6.10 – Protecciones de turbina – Temperatura de vapor HP



21. Temperature - Steam before IP stop valve

Signal Tag: TIT-21010-A, TIT-21010-B, TIT-21010-C

Logic: 2oo3 combination of exceeded limits and signal faults when ACTIVATION 2 for high temperature. 2oo3 combination of exceeded limits when ACTIVATION 4 for low temperature.

Action: Processed in TPS

Nominal value	549,7						°C
Protection level	L3	L2	L1	H1	H2	H3	
Protection value	460 ^{*1, *2}		505 [*]	568	574	588	

Protection system activity						
Protection level	L3	L2	L1	H1	H2	H3
Alarm	x		x	x	x	x
Intervention	x					x

Figura 6.11 – Protecciones de turbina – Temperatura de vapor IP



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco.