

# GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

# TRABAJO FIN DE GRADO

## *PROCEDIMIENTO DE ARRANQUE DE CICLO COMBINADO*



**Estudiante:** Niebla Toledano, Eduardo

---

**Director/Directora:** García Lizaranzu, Alberto

**Codirector/Codirectora:** Lobato González, Roberto

## ÍNDICE

<b>1 OBJETO.....</b>	<b>4</b>
<b>2 CONDICIONES GENERALES INICIALES.....</b>	<b>4</b>
<b>3 OBJETIVOS GENERALES .....</b>	<b>5</b>
<b>4 ETAPAS OPERATIVAS .....</b>	<b>5</b>
<b>4.1 Energización del sistema eléctrico.....</b>	<b>6</b>
4.1.1 Condiciones iniciales para la energización del sistema eléctrico .....	6
4.1.2 Objetivos de la etapa .....	9
4.1.2.1 Sistema de generación y transformación de 6KV .....	9
4.1.2.2 Sistema de 400V.....	12
4.1.2.3 Sistema de Servicios Esenciales.....	13
4.1.2.4 Sistema de fuerza y alumbrado.....	13
4.1.2.5 Centro de Control de Motores .....	14
<b>4.2 Arranque del BOP .....</b>	<b>15</b>
4.2.1 Condiciones iniciales particulares. ....	15
4.2.2 Objetivo de la etapa. ....	15
4.2.3 Límites / Ritmo. ....	15
4.2.4 Operaciones de la etapa. ....	15
4.2.4.1 Aire comprimido .....	16
4.2.4.1.1 Puesta en servicio de los compresores.....	16
4.2.4.2 Sistema de agua bruta .....	17
4.2.4.3 Sistema contra incendios .....	17
4.2.4.4 Planta de agua.....	18
4.2.4.4.1 Filtros bicapa .....	18
4.2.4.4.2 Filtros cartucho.....	19
4.2.4.4.3 Rack de osmosis inversa .....	19
4.2.4.4.4 Desgasificador.....	19
4.2.4.4.5 Unidades de electrodesionización (EDI's).....	20
4.2.4.4.6 Bomba y tanque de lavado .....	21
4.2.4.5 Arranque de la planta de agua .....	22
4.2.4.6 Sistema de agua desmineralizada .....	24
4.2.4.7 Alineación de gas natural .....	24
4.2.4.7.1 Llenado y arranque del sistema. ....	24
4.2.4.8 Llenado y arranque de la línea de gas de caldera auxiliar .....	27
4.2.4.9 Arranque de sistema de condensado.....	29
4.2.4.9.1 Arranque del sistema de make-up. ....	31
4.2.4.9.1.1 Acondicionamiento agua de condensado (condensador).....	32

HOJA 2 DE 114

4.2.4.9.1.2 Acondicionamiento del pH dosificación de amoníaco .....	32
4.2.4.9.1.3 Eliminación de posibles impurezas enjuagues .....	33
4.2.4.9.2 Niveles sistema de condensados.....	34
4.2.4.10 Nivel tanque elevado circuito cerrado de refrigeración de componentes. ....	37
4.2.4.10.1.1 Puesta en servicio del circuito cerrado de refrigeración de componentes .....	38
4.2.4.11 Circuito principal de refrigeración .....	41
4.2.4.11.1.1 Puesta en servicio del circuito de refrigeración principal .....	42
4.2.4.12 Sistema de agua de alimentación .....	47
4.2.4.13 Sistema de vapor auxiliar .....	52
4.2.4.13.1 Caldera auxiliar.....	55
4.2.4.13.1.1 Permisivos .....	55
4.2.4.13.1.2 Secuencia de arranque en automático.....	56
4.2.4.13.1.3 Protecciones .....	56
4.2.4.13.1.4 Comprobaciones previas al arranque.....	59
4.2.4.13.1.5 Arranque de la caldera auxiliar.....	64
4.2.4.13.1.6 Arranque quemador .....	66
4.2.4.13.1.7 Operación de caldera arrancada.....	67
4.2.4.13.2 Puesta en servicio vapor de sellos (y crear vacío) .....	68
4.2.4.14 Puesta en servicio de las válvulas de by-pass .....	69
4.2.4.14.1 Mando y modos de funcionamiento de las válvulas de bypass AP desde DCS .....	71
4.2.4.14.1.1 Selector válvulas MAN-AUT .....	73
4.2.4.14.1.2 Selector asociado al PID .....	73
4.2.4.14.1.3 Selector de curva de arranque de caldera.....	74
4.2.4.14.2 Mando y modos de funcionamiento de las válvulas de bypass MP desde DCS. ....	75
4.2.4.14.2.1 Selector válvulas MAN-AUT .....	75
4.2.4.14.2.2 Selector asociado al PID .....	76
4.2.4.14.2.3 Selector de curva de arranque de caldera.....	77
4.2.4.14.3 Mando y modos de funcionamiento de las válvulas de bypass BP desde DCS .....	78
4.2.4.14.3.1 Selector válvulas MAN-AUT .....	78
4.2.4.14.3.2 Selector asociado al PID .....	79
4.2.4.14.3.3 Selector de curva de arranque de caldera.....	80
4.2.4.14.4 Mando y modos funcionamiento de válvulas atemperación válvulas de bypass .....	81
4.2.4.14.4.1 Válvulas de atemperación de las válvulas de bypass de AP .....	81
4.2.4.14.4.2 Válvulas de atemperación de las válvulas de bypass de MP y BP .....	81
<b>4.3 Arranque de auxiliares de la turbina de gas .....</b>	<b>82</b>
4.3.1 Puesta en servicio del subsistema contraincendios.....	87
4.3.2 Arranque del subsistema de agua de enfriamiento.....	88
4.3.2.1 Subsistema de refrigeración del aceite de lubricación.....	88

HOJA 3 DE 114

4.3.2.2	Subsistema de aire de atomización.....	88
4.3.2.3	Subsistema de refrigeración de los detectores de llama y soportes de turbina.....	89
4.3.2.4	Subsistema de refrigeradores de hidrógeno.....	89
4.3.3	Arranque del subsistema de aceite de lubricación y sello.....	89
4.3.4	Arranque del subsistema de aceite de disparo.....	91
4.3.5	Arranque del subsistema de aceite hidráulico y de elevación.....	92
4.3.6	Arranque del virador.....	93
4.3.7	Puesta en servicio del subsistema de admisión de aire.....	93
4.3.8	Puesta en servicio del subsistema de aire de enfriamiento y sello.....	94
4.3.9	Puesta en servicio del subsistema de ventilación y calefacción.....	94
<b>4.4</b>	<b>Arranque de auxiliares y preparación de turbina de vapor para rodaje.....</b>	<b>95</b>
4.4.1	Puesta en servicio de agua de enfriamiento.....	97
4.4.1.1	Puesta en servicio de los enfriadores del sistema de lubricación.....	97
4.4.1.2	Arranque del subsistema de enfriadores de hidrogeno.....	98
4.4.2	Arranque del sistema de lubricación y sello.....	98
4.4.2.1	Llenado y puesta en marcha del acondicionador de aceite.....	98
4.4.2.2	Llenado y puesta en marcha del sistema de lubricación y sello.....	99
4.4.3	Arranque del virador.....	100
4.4.4	Subsistema de aceite hidráulico.....	101
4.4.4.1	Puesta en marcha del sistema de acondicionamiento.....	101
4.4.4.2	Puesta en marcha del sistema de fluido hidráulico.....	101
4.4.5	Puesta en servicio del sistema de rociado de la cubierta de escape.....	103
<b>4.5</b>	<b>Arranque de TG/HRSG LEAD.....</b>	<b>103</b>
4.5.1	Operaciones de la etapa.....	103
<b>4.6</b>	<b>Arranque de TV.....</b>	<b>105</b>
4.6.1	Límites / Ritmo.....	105
4.6.2	Operaciones de la etapa.....	105
<b>4.7</b>	<b>Puesta en ciclo combinado de la TG LAG.....</b>	<b>110</b>

---

HOJA 4 DE 114

## 1 OBJETO

En este procedimiento se pretende explicar la secuencia de arranque completa, con las maniobras y comprobaciones necesarias de toda la planta partiendo de planta completamente parada después de una revisión mayor y todos los sistemas llenos

## 2 CONDICIONES GENERALES INICIALES

- Disponibilidad de al menos, una línea de 400 kV, alimentando a los servicios auxiliares del Ciclo.
- Existencia de suministro de gas.
- Depósitos de agua desmineralizada y de condensado con nivel suficiente para realizar el arranque.
- Depósitos de agua bruta con nivel suficiente para garantizar la reserva de agua contraincendios.
- Sistema protección contraincendios de las turbinas de gas (mediante CO<sub>2</sub>), disponible.
- Los niveles de los calderines serán los de arranque.
- El sistema de aire comprimido preparado para arranque.
- Sistema de suministro y acondicionamiento de combustible gas disponible.
- Sistema de agua bruta y potable preparado para arranque
- Planta de agua desmineralizada preparada para arranque.
- El sistema de dosificación y análisis de muestra preparado para arranque.
- El sistema de refrigeración principal preparado para arranque.
- El sistema de filtrado de agua de mar disponible para arranque
- El sistema de cloración disponible para arranque.
- El circuito abierto de refrigeración de componentes (Booster) preparado para arranque.
- El circuito cerrado de refrigeración de componentes preparado para arranque.

---

## HOJA 5 DE 114

- El sistema de condensado se encontrará lleno y preparado para el arranque.
- El sistema de agua de alimentación se encuentra preparado para arranque.
- La caldera auxiliar se encuentra disponible para arrancar.
- Sistema de drenajes y venteos disponible.
- Sistema de tratamiento de efluentes.
- Disponibles el DCS y Mark V. (sistemas de control de las turbinas y de la planta)
- Sistema de grupo electrógeno de emergencia disponible.

### **3 OBJETIVOS GENERALES**

Llevar al Ciclo desde la condición de parada, hasta la de carga base.

### **4 ETAPAS OPERATIVAS**

Se considerarán las siguientes etapas operativas:

- 1) Energización del sistema eléctrico.
- 2) Arranque del BOP.
- 3) Arranque de auxiliares y preparación para el "READY TO START" de las TG.
- 4) Arranque de auxiliares y preparación para rodaje de las TV.
- 5) Arranque TG/HRSG LEAD.
- 6) Arranque TV.
- 7) Arranque TG/HRSG LAG.
- 8) Puesta en Ciclo Combinado de la TG LAG.

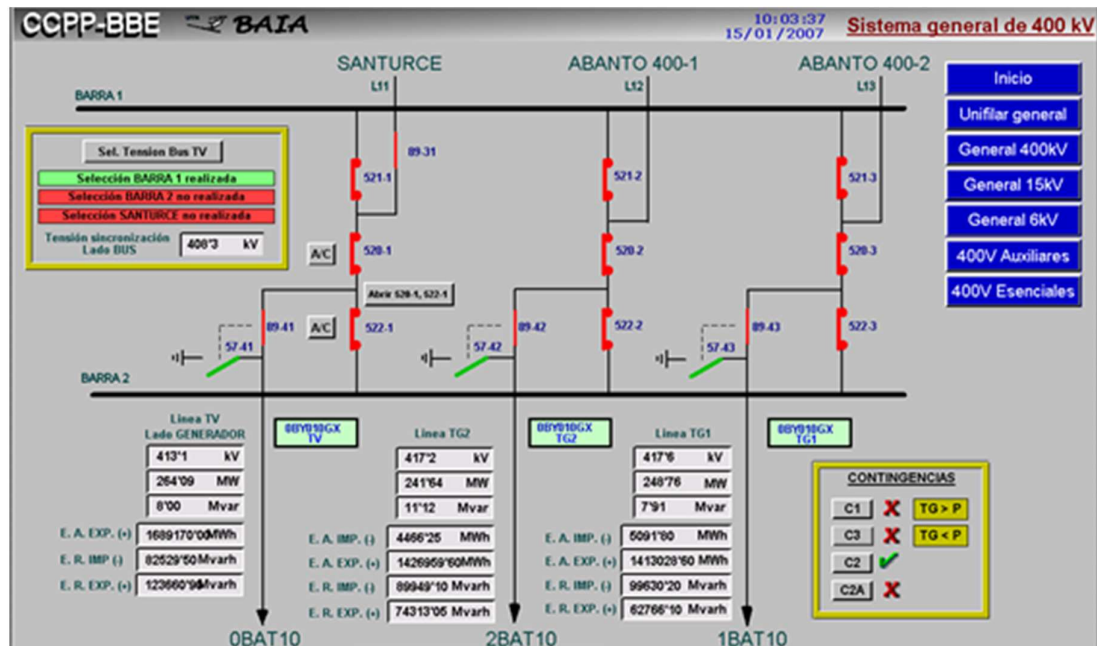
HOJA 6 DE 114

## 4.1 ENERGIZACIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

### 4.1.1 Condiciones iniciales para la energización del sistema eléctrico

El caso de energización del sistema eléctrico no va a ser una etapa operativa real, ya que la planta estará siempre alimentándose a través de uno de los transformadores de auxiliares. Pero trataremos este punto como un caso excepcional de pérdida completa de tensión.

Las operaciones de energización se realizarán desde el SCE.

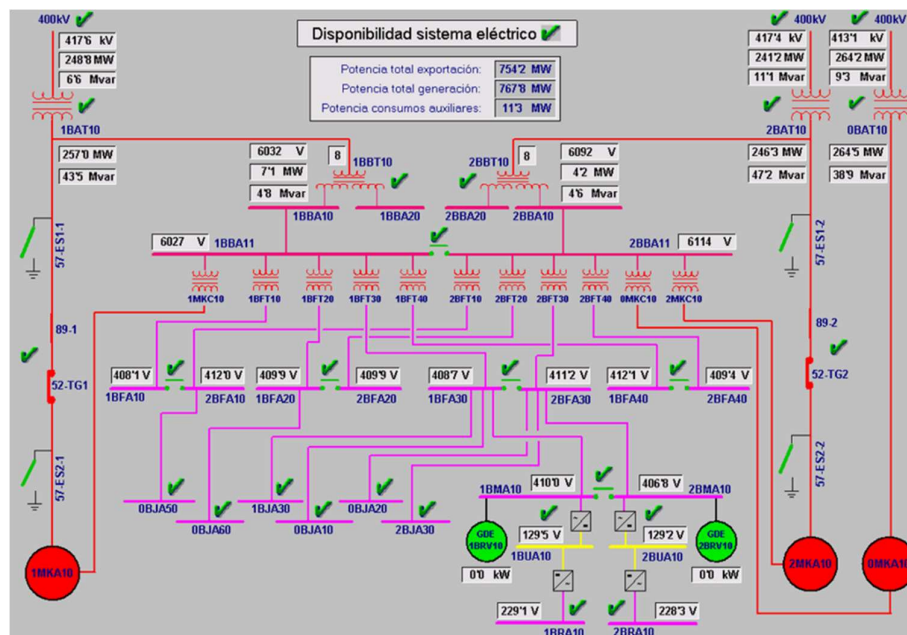


Las condiciones en las que se encuentra la Planta en este caso son las siguientes:

- Líneas de 400kV sin tensión
- Interruptores de Generadores (1BAC10, 2BAC10)
  - Interruptor abierto.
  - Seccionador de línea abierto.
  - Seccionadores de puesta a tierra cerrados.
- Cuadros de Media Tensión (1BBA10, 1BBA20, 2BBA10, 2BBA20, 1BBA11/2BBA11).

HOJA 7 DE 114

- Interruptores en posición “seccionado”.
- Interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de los cuadros abiertos.
- Seccionadores de puesta a tierra cerrados.



- Cuadros de Baja Tensión (1BFA10/2BFA10, 1BFA20/2BFA20, 1BFA30/2BFA30, 1BFA40/2BFA40).
  - Interruptores en posición “seccionado”.
  - Interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de los cuadros abiertos.
- Cuadros de Servicios Esenciales (1BMA10/2BMA20)
  - Interruptores cerrados.
  - Interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de los cuadros cerrados.
  - La transferencia automática del cuadro está activada.
  - Las salidas del Cuadro de Servicios Esenciales están disponibles.



---

## HOJA 8 DE 114

- Grupo Diesel de Emergencia
  - Interruptores magnetotérmicos auxiliares del sistema de control de cada uno de los Grupos Diesel de Emergencia.
  - Grupo diésel en funcionamiento.
  - Selector Local – Off - Remoto en posición “Remoto”.
  - Selector Manual – Automático del SCE en Automático.
  - En el SCE el Grupo tiene la señal de disponible y no aparecen señales de alarma.
  
- Sistema de Corriente Continua
  - Baterías cargadas.
  - Interruptores de acometida a los rectificadores cerrados (1BTL10, 2BTL10).
  - Interruptores de conexión de los cargadores rectificadores con los cuadros de corriente continua cerrados (1BUA10, 2BUA10) cerrados.
  - Interruptores auxiliares para la conexión de los voltímetros cerrados.
  - Interruptores que conectan las baterías con los embarrados de los cuadros de distribución de corriente continua (1BUA10, 2BUA10).
  - Interruptores magnetotérmicos de salida de los cuadros de distribución de corriente continua cerrados.
  
- Sistema Tensión Segura (SAI)
  - Interruptores auxiliares para la conexión de los voltímetros cerrados.
  - Interruptores de acometida a los onduladores (1BRU10, 2BRU10) cerrados.
  - Interruptores necesarios para alimentar a los embarrados de distribución del Sistema de Tensión Segura (1BRA10, 2BRA10) por medio de los onduladores (1BRU10, 2BRU10) cerrados.
  - Interruptores para la alimentación a través de los by-passes estáticos y manuales abiertos.
  - Interruptores de salida de los cuadros de distribución del SAI cerrados.

---

## HOJA 9 DE 114

- Interruptores de cuadros auxiliares de tensión segura 0BRA10, 0BRA20, 0BRA30, 0BRA40 cerrados.
- Sistema de control eléctrico (SCE) y Sistema de control distribuido (DCS)
  - Interruptores de alimentación al SCE y al DCS cerrados.
  - SCE y al DCS operativos.
  - Los CCM1 y CCM2 de las Turbinas de Gas 1 y 2 de los PEECC (1BJA10 y 2BJA10) no están alimentados pero el sistema de corriente continua del PEECC si está en servicio.

### 4.1.2 Objetivos de la etapa

El objetivo de la etapa es energizar todo el sistema eléctrico de la planta y dejarlo preparado para comenzar la puesta en marcha de la central.

#### 4.1.2.1 Sistema de generación y transformación de 6KV

La energización de los transformadores de las TG y sus correspondientes transformadores de auxiliares se debe realizar mediante una petición a REE. Antes de esto se deben realizar los siguientes pasos y comprobaciones:

- Dar alimentación de control (125Vcc) a las protecciones de los Transformadores Principales (SR745T y SRT745U) de los grupos de Turbina de Gas 1 y 2 ubicadas en los paneles de protección de los generadores correspondientes. Para ello cerrar los interruptores de las alimentaciones en corriente continua de los cuadros de protecciones.
- Dar alimentación de control (125Vcc) al cuadro de protecciones de los Transformadores Auxiliares (OBBY10GX001) desde los cuadros 1BUA20, 2BUA20.
- Colocar el selector Local – Remoto de los relés de regulación automática de tensión de los Transformadores Auxiliares en posición Remoto.
- Colocar en el SCE el selector Manual – Automático de los relés de regulación automática de tensión de los Transformadores Auxiliares en Automático.
- Dar alimentación de control (125Vcc) al panel de interconexión BBE-REE (0BY010GX001).

---

HOJA 10 DE 114

- Dar alimentación de control al panel de medida de BBG (0CFA10) desde los cuadros 1BUA20, 1BUA20 (sólo necesario para dar alimentación a BBG).
- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de las alimentaciones de los interruptores del Generador.
- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de los cuadros de control y refrigeración de los Transformadores Principales.
- Dar alimentación provisional al cuadro de control y del regulador de tensión de los Transformadores Auxiliares (1BBT10, 2BBT10).

Energizar el tren de potencia de 15,75 kV de TG1:

Para ello realizar los siguientes pasos:

- Abrir el seccionador de puesta a tierra 57-ES1 del Interruptor del Generador 1BAC10.
- Abrir el seccionador de puesta a tierra de la acometida de los cuadros 1BBA10, 1BBA20.
- Solicitar a REE tensión de 400kV en la línea de conexión con el Grupo de Turbina de Gas 1
- Existirán en el SCE alarmas de los Transformadores Principales (0BAT10, 1BAT10) debido a la falta de tensión de control y fuerza en el circuito de refrigeración.
- Existirán en el SCE alarmas de los transformadores Auxiliares (1BBT10, 2BBT10) debido a la falta de tensión de control y fuerza en el circuito de refrigeración y cambiador de tomas.
- Energizar el tren de potencia de 15,75 kV de TG2.

Realizar los pasos de forma análoga a lo descrito para TG1.

Energizar el cuadro 1BBA11:

- Abrir los seccionadores de puesta a tierra de salida del cuadro 1BBA10 y la acometida al embarrado 1BBA11.
- Cerrar los interruptores de los magnetotérmicos de los circuitos auxiliares del cuadro 1BBA10.

---

HOJA 11 DE 114

- Comprobar la correcta llegada de tensión a las líneas de alimentación a los cuadros 1BBA10, desde el SCE.
- Insertar el interruptor 1BBA10.

Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas.

- Dar la orden de cierre del interruptor 1BBA10 desde el SCE.
- Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas.
- Energizar los cuadros 1BBA20, 2BBA10, 2BBA20, de forma análoga al caso anterior.

Energizar el Cuadro de Distribución de Media Tensión 1BBA11/2BBA11:

Para ello realizar los siguientes pasos:

- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de la cabina 1 BBA11.
- Insertar el interruptor 1BBA11.

Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas de la cabina de acometida a 1BBA11.

- Dar la orden de cierre del interruptor 1BBA11 desde el SCE.
- Comprobar la presencia de tensión en el embarrado 1BBA11, desde el SCE.
- Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas.

Energizar el embarrado 2BBA11, de forma análoga al embarrado 1BBA11.

Activar la transferencia automática del Cuadro de Distribución de Media Tensión. Para ello realizar los siguientes pasos:

- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de la cabina de acoplamiento de barras.
- Insertar el interruptor de acoplamiento de barras.
- Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas.
- Colocar los selectores del SCE para la transferencia automática en posición Remoto a

---

HOJA 12 DE 114

Automático.

Poner en posición de disponible todas las salidas del Cuadro de Distribución de Media Tensión. Para ello realizar los siguientes pasos:

- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de todas las salidas.
- Abrir el seccionador de puesta a tierra de todas las salidas.
- Insertar los interruptores.
- Comprobar que en SCE y en el DCS no hay señales de alarma.

Los consumidores tipo "Motor" se pondrán en marcha desde el DCS según la secuencia de arranque de la Planta.

#### **4.1.2.2 Sistema de 400V**

Para energizar el sistema de 400 V y tras haber completado los pasos anteriores, se procederá como sigue:

Energizar los Cuadros de Distribución de Baja Tensión 1BFA10/2BFA10, 1BFA20/2BFA20, 1BFA30/2BFA30, 1BFA40/2BFA40.

Para ello realizar los siguientes pasos de forma individual para cada una de las acometidas:

- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de los Cuadros de distribución de Baja tensión.
- Comprobar la presencia de tensión en las cabinas de acometida a los embarrados de los Cuadros de distribución de Baja tensión, desde el SCE.
- Insertar los interruptores de acometida.
- Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas de las acometidas.
- Dar orden de cierre desde el SCE a los interruptores de acometida.
- Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas.
- Comprobar la presencia de tensión en todos los embarrados.

Activar las transferencias automáticas de los Cuadros de Distribución de Baja Tensión.

---

HOJA 13 DE 114

Para ello realizar los siguientes pasos de forma individual para cada uno de los Cuadros de Distribución de Baja Tensión:

- Insertar los interruptores de acoplamiento de barras.
- Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas del cubículo de acoplamiento.
- Colocar los selectores del SCE para la transferencia automática en posición Remoto, Automático.
- Poner en posición disponible todas las salidas de los Cuadros de Distribución de Baja tensión.

Para ello realizar los siguientes pasos:

- Insertar los interruptores de salida motor.
- Comprobar que en SCE y en el DCS no hay señales de alarma.

Los consumidores de tipo "Motor" se pondrán en marcha desde el DCS según la secuencia de arranque de la Planta.

#### **4.1.2.3 Sistema de Servicios Esenciales**

El sistema de Servicios Esenciales se encuentra energizado inicialmente a través de los Grupos Electrónicos y una vez energizado el sistema de 400 V se alimentará a través de éste último, mediante los siguientes pasos:

- Al energizar el sistema de 400 V el Grupo Diesel, que se encuentra en modo automático, detecta la presencia de tensión y empieza a sincronizar con la red.
- Una vez en sincronismo, el Grupo da la orden de cierre del interruptor de 400 V.
- El Grupo Diesel abre su propio interruptor y comienza la temporización de enfriamiento, transcurrida la misma se detiene.

#### **4.1.2.4 Sistema de fuerza y alumbrado**

Para energizar el sistema de Fuerza y Alumbrado y tras haber completado los pasos anteriores, se procederá de la siguiente manera:

- Energizar los Cuadros Generales de Fuerza y Alumbrado.

Cerrar las salidas de los cuadros locales de fuerza y alumbrado para obtener estos servicios de la instalación general.

---

HOJA 14 DE 114

#### 4.1.2.5 Centro de Control de Motores

- Para energizar los Centros de Control de Motores (CCM's) se realizarán los siguientes pasos:

- Cerrar los interruptores magnetotérmicos de los circuitos auxiliares de los distintos CCM's.
- Insertar los interruptores de acometida.

Comprobar que en el SCE no aparecen alarmas.

- Cerrar manualmente el seccionador en carga de la acometida.
- Comprobar que hay tensión en todos los embarrados desde el SCE.
- Poner en posición de disponible todas las salidas de los CCM's

Para ello realizar los siguientes pasos:

- Insertar el arrancador en el cubículo.
- Comprobar que en SCE no hay señales de alarma.
- Dar tensión a todas las salidas tipo "Feeder" de los CCM's

Para ello realizar los siguientes pasos:

- Cerrar el interruptor seleccionado.
- Comprobar que en SCE no aparecen señales de disparo correspondientes al CCM seleccionado.

- Alimentar los cuadros de control de los Transformadores Principales (1BAT10, 2BAT10), Transformadores Auxiliares (1BBT10, 2BBT10) e Interruptores de Generador (1BAC10, 2BAC10) si no se ha realizado ya.

- Los consumidores de tipo "Motor" se pondrán en marcha desde el DCS según la secuencia de arranque de la Planta.

- Energizar los cuadros de válvulas.
- Cerrar todas las salidas de los cuadros de válvulas.
- Energizar los cuadros auxiliares y cuadros de las plantas paquete, cerrando los interruptores de acometida a los mismos.

---

HOJA 15 DE 114

## **4.2 ARRANQUE DEL BOP**

### **4.2.1 Condiciones iniciales particulares.**

Las condiciones para el inicio de esta etapa son:

- Sistema eléctrico preparado para ser comprobado.
- Resto de los sistemas llenos pero parados.

### **4.2.2 Objetivo de la etapa.**

El objetivo de esta etapa es cumplimentar todas las condiciones necesarias del BOP, paso a paso, para poder realizar la etapa de TG/HRSG LEAD.

### **4.2.3 Límites / Ritmo.**

La ruta crítica de esta etapa la constituirán los tiempos de:

- Toma de presión en caldera auxiliar.
- Realización de vacío en el condensador.

### **4.2.4 Operaciones de la etapa.**

Se incluirá el arranque y por tanto la cumplimentación de las condiciones de la autosecuencia para llegar a la condición de BOP PREPARADO PARA ARRANQUE. La secuencia se dividirá en los siguientes pasos:

- 1) Sistema de aire comprimido.
- 2) Sistema de agua bruta.
- 3) Sistema de gas natural.
- 4) Sistema de condensados.
- 5) Sistema de dosificación y análisis de muestra.
- 6) Circuito cerrado de refrigeración.



---

HOJA 16 DE 114

- 7) Circuito principal de refrigeración.
- 8) Sistema de agua de alimentación.
- 9) Sistema de extracción de condensados.
- 10) Sistema de vapor auxiliar.
- 11) Sistema de vacío.
- 12) Calderas de recuperación.

#### **4.2.4.1 Aire comprimido**

Las condiciones que se deben conseguir en este paso son:

- Presión Servicios > 5 barg (0QEBO9CP001).
- No hay muy baja Presión de aire de instrumentos.

##### 4.2.4.1.1.1 Puesta en servicio de los compresores

Para arrancar un compresor se debe verificar inicialmente el estado del sistema:

- Verificar que los parámetros introducidos son los recomendados:
- Para el compresor que queda en servicio:
  - Presión de descarga 8 bar
  - Presión de carga 7,5 bar
  - Arranques / hora 0
- Para el compresor que queda fuera de servicio:
  - Presión de descarga 7,8 bar
  - Presión de carga 6,8 bar
  - Arranques / hora 3
- El secador de aire de instrumentos está operativo.
- Pulsar el botón de arranque: el compresor se pone en marcha en la condición de descarga y se enciende el led de funcionamiento automático.

## HOJA 17 DE 114

- Después de unos 25 segundos, el compresor empieza a funcionar en carga. La indicación en el display se cambia de “descarga automática” a “carga automática”.



### 4.2.4.2 Sistema de agua bruta

Las condiciones que se deben de conseguir en este paso son:

- 1) Nivel del tanque superior al 77%.
- 2) Válvula de control de nivel 0GKB10AA007 en automático.
- 3) Presión en la red de agua potable entre 5 y 11 barg.

### 4.2.4.3 Sistema contraincendios

Como este sistema solamente se pondrá en funcionamiento en los casos en los que se produzca la emergencia de un incendio en el ámbito de la central se considerará como régimen normal de funcionamiento aquel en que se tenga el sistema preparado para entrar en servicio lo más rápidamente posible ante cualquier detección de incendio que se produzca. Así se necesitará realizar una serie de comprobaciones:

- Válvulas de instrumentos abiertas.
- Válvulas de la red contraincendios abiertas.
- Cuadros de la bomba jockey y eléctrica energizados.

Bomba jockey, eléctrica y diésel en automático.

HOJA 18 DE 114

#### 4.2.4.4 Planta de agua

El objetivo de la planta de agua es la producción de agua desmineralizada con unas características determinadas:

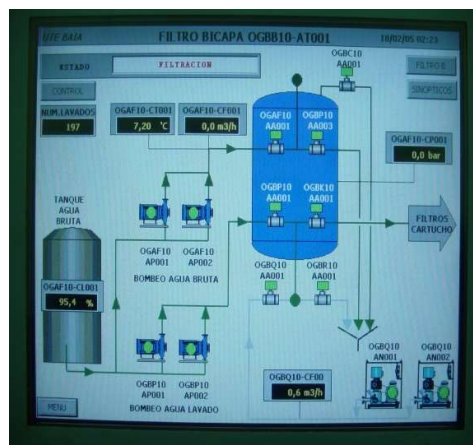
PARAMETRO	VALOR
pH	6-8
Conductividad	$\leq 0.20 \mu\text{S/cm}$
Sílice	$\leq 0.010 \text{mg/l}$
Na	$\leq 0.010 \text{mg/l}$
Fe	$\leq 0.02 \text{mg/l}$

Primeramente, se van a describir los elementos que componen la citada planta de agua:

##### 4.2.4.4.1 Filtros bicapa

Son dos del 100% de capacidad y están compuestos por lechos filtrantes de arena y antracita, con el fin de hacer una filtración al agua procedente del tanque de agua bruta e impulsada por una de las bombas OGAF10AP001/2, del 100%, 27,3 m<sup>3</sup>/h de caudal y 4 barg de presión cada una.

Los filtros bicapa empiezan a realizar su función filtrante una vez que se arranca el proceso conocido como pretratamiento.



---

HOJA 19 DE 114

#### **4.2.4.4.2 Filtros cartucho**

Tras salir de los filtros bicapa, el agua pasa a través de unos filtros de cartucho, que actúan como elementos de seguridad, con el objeto de retener las pequeñas partículas que hayan podido escapar de los filtros bicapa.

#### **4.2.4.4.3 Rack de osmosis inversa**

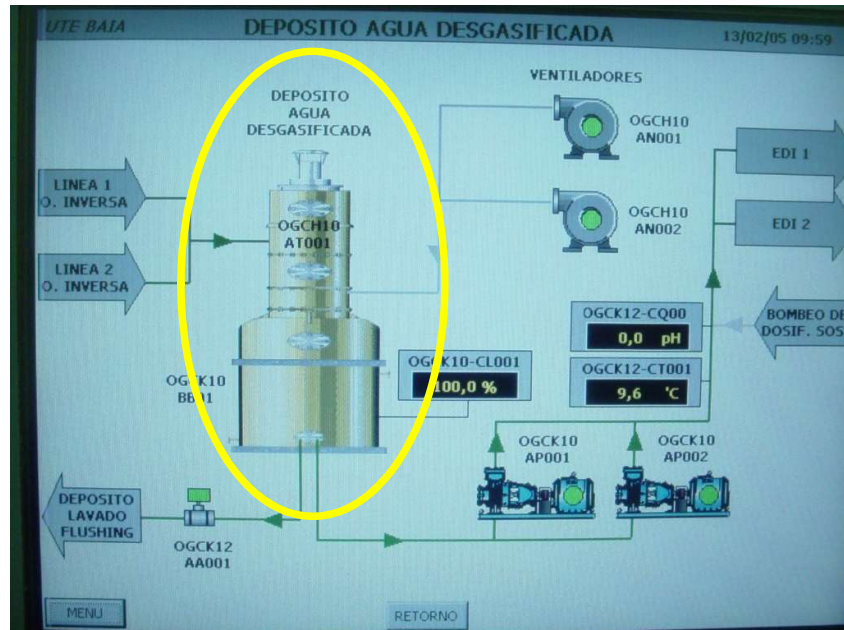
Se dispone de dos racks de ósmosis inversa, cada uno de ellos formado por dos etapas. La primera está compuesta por tres módulos y la segunda únicamente por uno. El agua es impulsada a estos módulos, formados por membranas de poliamida, mediante bombas OGCF10AP001/2 de alta presión, de 27,3 m<sup>3</sup>/h y 17,9 barg, y aunque cada una de ellas aporta el agua a su rack correspondiente, en caso de necesidad existe una válvula (0GCK10AA510) que permitirá la transferencia. Parte del agua que entra en la primera etapa, atraviesa las membranas de ésta y se dirige al desgasificador (agua apta) mientras que otra parte (rechazo) no las atraviesa y se dirige a la segunda etapa para continuar su tratamiento.

Igualmente, en la segunda etapa la parte de agua apta atraviesa las membranas y es conducida al desgasificador, mientras que la parte de rechazo se envía directamente al tanque de rechazo.

La aptitud o no del agua está basada en criterios de conductividad, siendo el rango admisible para la misma de 0 a 500 MOhm.

#### **4.2.4.4.4 Desgasificador**

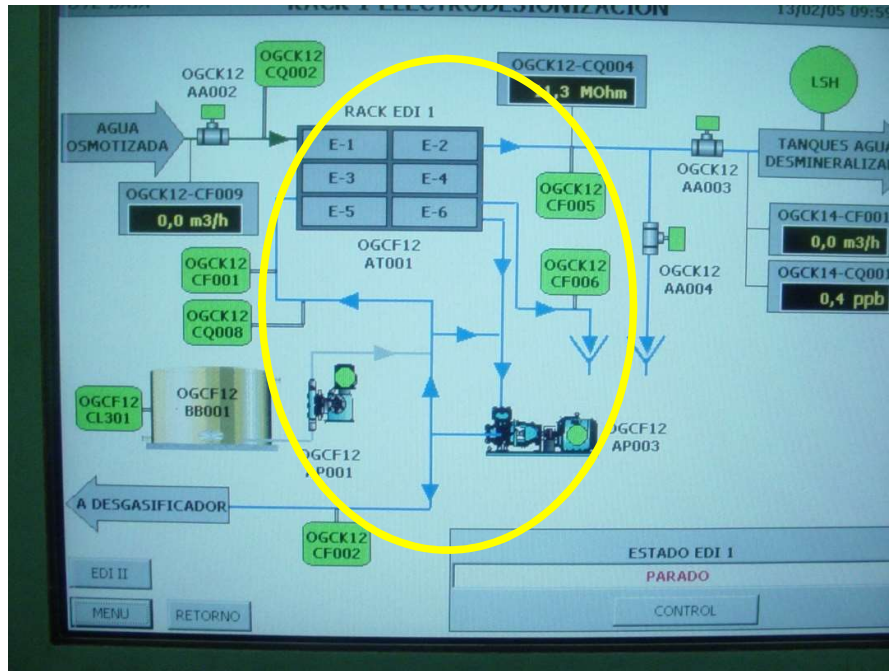
Compuesto por un depósito con capacidad para 10 m<sup>3</sup> y por dos soplantes 0GCH10AN001/2 del 100%, tiene como función la de reducir el contenido de CO<sub>2</sub> que contiene el agua procedente de la ósmosis a valores adecuados para su alimentación a las unidades EDI. Para ello, se ha diseñado de forma que el agua entra por la parte superior del depósito mientras que la entrada del aire impulsado a contracorriente por los soplantes está ubicada dos metros por debajo de ésta. Posteriormente, se reduce nuevamente el contenido de CO<sub>2</sub> para la alimentación a las EDI's, disponiendo de un sistema de dosificación de NaOH en la impulsión del agua desgasificada.



#### 4.2.4.4.5 Unidades de electrodesionización (EDI's)

Se dispone de dos unidades de electrodesionización compuestas cada una de ellas por seis celdas (e-cells). La función de las EDI's es la de quitar los iones al agua mediante dos polos: uno positivo para atraer los aniones y otro negativo para atraer los cationes. Para ello existe una bomba OGCK10-AP001/2 para cada EDI, encargada de impulsar el agua desgasificada hacia las celdas, haciéndola pasar primero por un filtro de cartucho que tiene cada EDI en la entrada. Una vez ya en las celdas, y tras una primera fase, se distingue en tres tipos de aguas:

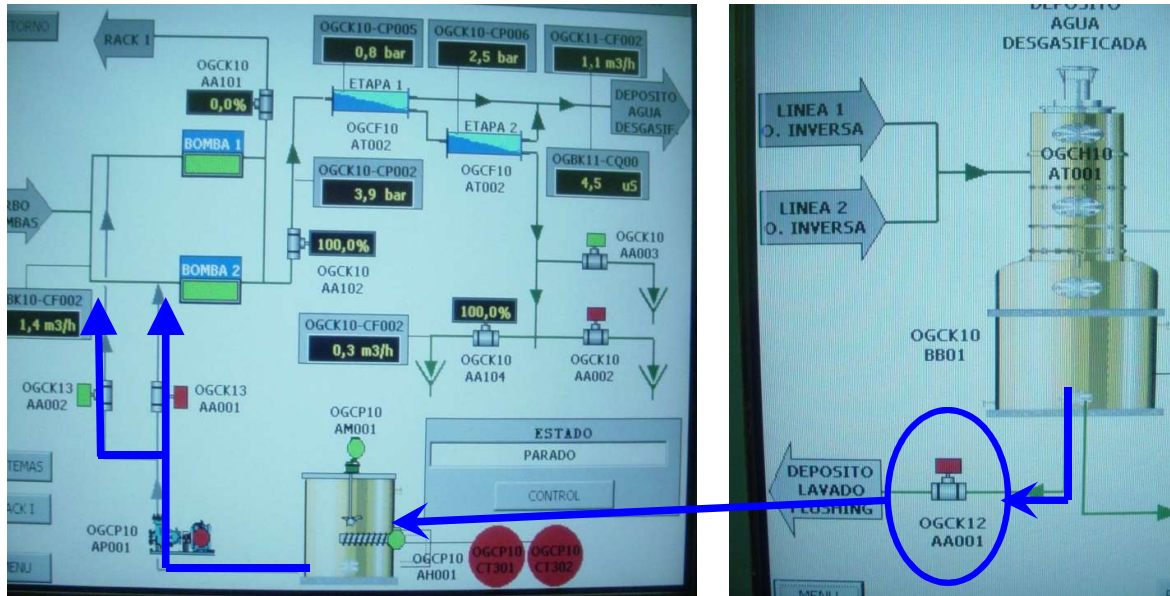
- Diluida: es el agua totalmente desmineralizada que tras esa primera fase sale sin iones para dirigirse directamente a los tanques de agua desmineralizada.
- Concentrada: es el agua semi-desionizada que tras la primera fase se recircula, después de dosificarle Salmuera, mediante la bomba de concentrado OGCF12AP003/4 para hacerla pasar nuevamente por las celdas.
- Electrolito: es el agua que va directamente a la arqueta tras la primera fase.



#### 4.2.4.4.6 Bomba y tanque de lavado

Este sistema se utiliza para realizar el lavado tanto de las EDI's como de las membranas de la ósmosis inversa, además de tomar parte en el desplazamiento de los módulos que se hace tras parar la ósmosis. Este desplazamiento consiste en mojar las membranas de la ósmosis con agua osmotizada una vez paradas. Para ello, 30 segundos después de que se haya parado el rack de ósmosis abre la válvula OGCK12AA001, que une un desgasificador y tanque de lavado, y hace que este último se llene por vasos comunicantes. A continuación, arranca la bomba de lavado OGCP10AP001 y abre la válvula OGCK13AA001/2 (desplazamiento en rack 2/1, respectivamente) haciendo que el agua osmotizada atraviese los módulos correspondientes y acabe en la arqueta. Esta operación dura unos 2 minutos, restableciéndose todo a continuación.

En casos excepcionales, por ejemplo, si fuera necesario mojar los módulos de las ósmosis, se realizará el desplazamiento entrando desde el menú principal y seleccionando "control de sistemas" y a continuación "desplazamiento rack 1 o 2". De este modo se evitará tener que arrancar la ósmosis exclusivamente para el mojado.



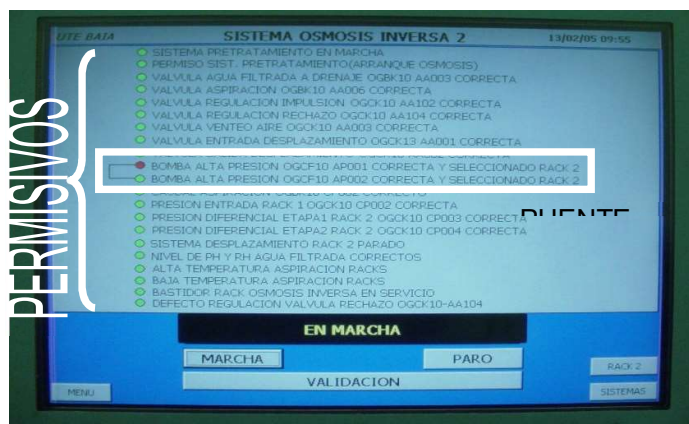
Tanto el lavado de las ósmosis como el de las EDI's son realizados por el personal químico de la planta, por lo que no son tratados en este documento.

#### 4.2.4.5 Arranque de la planta de agua

El arranque de los sistemas se realiza según el sentido de circulación del agua, es decir, desde los filtros hacia las EDI's.

Antes de arrancar la planta revisaremos las aspiraciones de todas las bombas que se van a utilizar. A continuación, dentro del "control de alarmas", se revisarán las alarmas que se encuentren activas, comprobando la disponibilidad para el arranque de la planta. Seguidamente se procederá al reconocimiento de las mismas con el botón correspondiente.

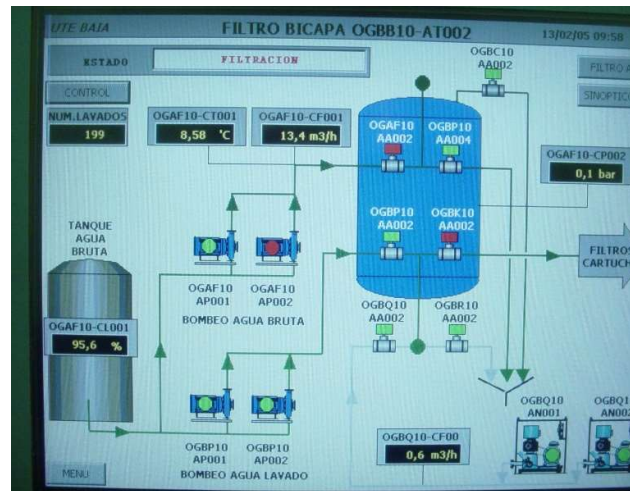
Antes de arrancar el pretratamiento comprobaremos que ambos filtros bicapa se encuentran en estado de *filtración*.



HOJA 23 DE 114

**NOTA:** En la pantalla de control de cada equipo tenemos los permisos a cumplir por cada uno de ellos para poder arrancarlos. Si están en verde (OK) podremos arrancarlos, pero si hay alguno en rojo (no OK) quiere decir que ese permiso no se ha cumplido. Hay casos en los que los permisos están puenteados por lo que, aunque uno de ellos esté en rojo (no OK), podremos arrancar el equipo.

El pretratamiento sirve para que arranque una de las dos bombas (OGAF10AP001/2) de bombeo a los filtros bicapa y disponer de agua filtrada hasta los racks de ósmosis inversa.



Unos treinta segundos después de dar orden de marcha al pretratamiento, y cuando se disponga de todos los permisos de la ósmosis correspondiente OK (en verde), se arrancará siguiendo el procedimiento:

control de sistemas → ósmosis 1/2 → control → marcha + validación

Cuando el desgasificador tenga un nivel superior al 25% (permisivo de arranque) y tras la confirmación de que uno de los dos tanques de agua desmineralizada tiene la válvula de entrada abierta (de lo contrario dispararía por bajo caudal de salida), se estará en disposición de arrancar la EDI que se desee. Como en los casos anteriores, el arranque se realizará de la siguiente manera:

EDI 1/2 → control → marcha + validación



---

HOJA 24 DE 114

Una vez arrancada la planta, se comprobará tanto en campo como en las diversas pantallas del PLC que los equipos se encuentran en perfecto funcionamiento y los parámetros de operación presentan valores correctos.

Tras dar por finalizado el arranque de la planta de agua, procederemos al arranque del biocida si las condiciones son las idóneas. El biocida es un agente químico que se dosifica para que no se produzca el crecimiento larvario. Estas larvas dejan de reproducirse cuando el agua baja de unos grados específicos, por lo que el arranque de este sistema en ciertas ocasiones es innecesario

#### **4.2.4.6 Sistema de agua desmineralizada**

Las condiciones que se deben conseguir en este paso son:

- El nivel de los cuatro tanques de agua desmineralizada debe de ser superior a un 10%.

Para conseguir estos requisitos, necesitaremos arrancar el sistema de distribución de agua desmineralizada.

#### **4.2.4.7 Alineación de gas natural**

Las condiciones que se deben conseguir en este paso son:

- P. Gas BBG  $32 < P < 35$  barg (0EKG10CP001)
- Válvula de gas abierta (0EKG10CG001A/ESD-modbus)
- P. Gas a Cald. Aux.  $2 < P < 4$  barg (0EKG31CP001)

Antes de poder realizar cualquier operación en el sistema se debe solicitar la operación de la ERM situada en BBG.

##### **4.2.4.7.1 Llenado y arranque del sistema.**

La presión de suministro será la característica a mantener por BBG con mayor importancia para el buen funcionamiento de la planta de BBE.

Según las necesidades del momento, BBE solicitará a BBG la presión de suministro a mantener, la presión de gas solicitada a BBG suele oscilar entre 32 y 36.5 bar a la entrada de la nave de calentadores de BBE con el fin de mantener las válvulas de control de presión de gas a las turbinas VSR-1 en valores de apertura aceptables.

---

## HOJA 25 DE 114

Las turbinas tienen una condición de presión de 29,5 bar en el colector denominado “Interstage FPG2” indicada por los transmisores 96FG-2A/B/C antes de la distribución del gas. La encargada de mantener esa presión estable es la válvula de regulación VSR-1 que se posiciona según sea necesario. Una mala regulación de la presión de suministro desde BBG puede ocasionar dos tipos de problema:

- La baja presión de suministro puede hacer que la VSR-1 no sea capaz de mantener los 29,5 bar en el “interstage” aunque permanezca abierta en banda. En este caso la turbina se queda en la carga a la que haya quedado a la espera de que se recupere la presión. En caso contrario la turbina hace “runback” llegando a parar totalmente si la presión no se recupera.
- La alta presión antes de arrancar la turbina puede traer problemas en la apertura de las válvulas de corte de gas VS4-4, VS4-1 o la propia válvula de control VSR-1. Y también, durante la operación normal de la turbina, puede llevar a aperturas muy pequeñas de la VSR-1 que podrían llegar a ser perjudiciales para la integridad de la válvula.

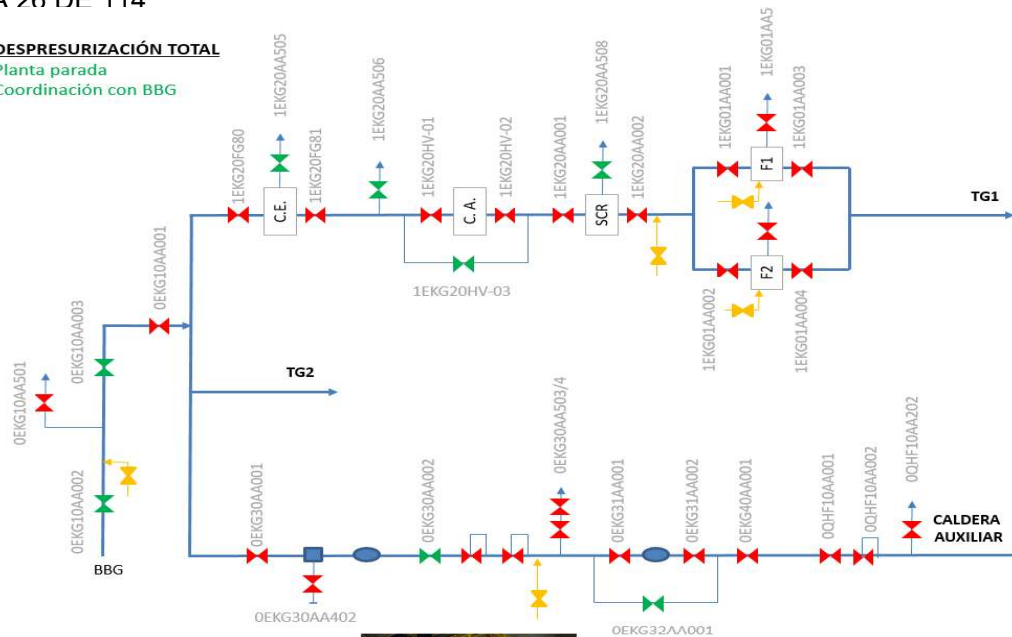
Además de las condiciones de presión fijadas para una correcta operación, la composición del gas también debe cumplir unos requisitos establecidos por el suministrador de las turbinas (General Electric). En principio la especificación más importante que se debe cumplir siempre es el valor del Índice de Wobbe modificado (definido en el apartado de Definiciones de este documento). Dependiendo de las cámaras de combustión instaladas y durante la puesta en marcha de las turbinas, se establece un rango de valores dentro del que se debe permanecer. En nuestro caso se fijó entre 39,9 y 44,1. Este rango se fija de modo que se consiga generar la menor cantidad de NOx posible durante la combustión.

El índice de Wobbe modificado, calculado según lo explicado en el apartado de definiciones, está directamente relacionado con el valor de la temperatura de gas. El MarkVIe avisa cuando el gas suministrado presenta un índice de Wobbe modificado fuera de rango a consecuencia de la temperatura de gas. Cuando esto sucede aparece la alarma “LD LIM IN PPM WOBBIE INDEX OUT OF RANGE”.

Para el llenado del sistema con gas natural el estado de las diferentes válvulas se refleja a continuación:

HOJA 26 DE 114

**DESPRESURIZACIÓN TOTAL**  
 Planta parada  
 Coordinación con BBG



Calentador de agua



Scrubber



Filtros de gas

- Se abrirán todas las válvulas comprendidas entre la entrada del Start Up Heater de la turbina escogida para el arranque y las válvulas de control de la turbina situadas inmediatamente antes de los quemadores (dentro del Módulo accesorio, VGC-1/2/3).
- Se verificará la correcta alimentación eléctrica del Start Up Heater, para posteriormente ponerlo en servicio cuando se vaya a arrancar la turbina y hasta que la GT se encuentre al 30% de la carga.
- Las válvulas de control VGC-1/2/3 se abrirán y alimentarán las turbinas en el momento que las condiciones del gas natural (Presión y Temperatura) a la entrada de la turbina sean las óptimas consideradas para el arranque (verificado y controlado por el sistema MARK V- DCS).
- Una vez que la turbina de gas se encuentre trabajando aproximadamente al 30% de la carga, se habrán alcanzado las condiciones adecuadas del agua procedente de la caldera de media de presión para el calentamiento del GN, por lo que se procederá al apagado del Start-up Heater.

---

HOJA 27 DE 114

#### **4.2.4.8 Llenado y arranque de la línea de gas de caldera auxiliar**

Para el caso particular del suministro a la caldera auxiliar, el gas que entra en las instalaciones de BBE debe ser acondicionado de nuevo para ajustarse a las necesidades de la caldera auxiliar.

La presión debe ser regulada mediante una Estación de Regulación y Medida (ERM), desde la presión de suministro fijada (unos 35 barg) hasta la presión de entrada que necesita la caldera auxiliar (unos 3 barg). Básicamente estará compuesta por un filtro para evitar paso de suciedad, un calentador eléctrico para evitar posibles condensaciones por la caída de presión a esa temperatura y los sistemas de regulación y medida.

Para el llenado de la línea de gas para alimentar la caldera auxiliar:

- Comprobar que la presión del GN aguas arriba de la válvula 0EKG10AA003 (mediante la monitorización en el sistema DCS del valor obtenido en el PT 0EKG10CP001) se encuentra dentro de los valores de proceso.
- Comprobar que el calentador eléctrico está preparado para ser encendido y que sus termostatos se encuentran regulados de acuerdo con las condiciones de operación.
- Abrir drenajes de filtro 0EKG30AA401 y calentador 0EKG30AA402.
- Abrir ligeramente la válvula de entrada lentamente 0EKG30AA001.
- Abrir el venteo del calentador 0EKG30AA501, hasta que salga gas.
- Purgar el filtro por la válvula de drenaje 0EKG30AA401, abriendo y cerrando repetidamente.
- Purgar el calentador por la válvula de drenaje 0EKG30AA402, abriendo y cerrando repetidamente.

Una vez purgada la acometida, proceder a poner en marcha la instalación. En estos momentos habrá gas hasta la entrada del regulador, comprobándose que la presión aguas arriba del mismo se encuentra dentro de los parámetros antes indicados (ver manómetro PI 0EKG30CP501). Este incorpora la válvula de seguridad que se mantiene disparada 0EKG30AA052, por falta de presión aguas abajo del mismo.

- Encender el calentador eléctrico de gas natural
- Abrir el venteo 0EKG30AA502 y simultáneamente abrir la válvula de seguridad 0EKG30AA052\*\*\*\* tirando del eje y aguantándolo hasta que la presión aguas abajo sea superior

---

HOJA 28 DE 114

a la presión de disparo por mínima. Entonces, puede soltarse el eje y la válvula permanecerá abierta.

Respecto de la válvula de seguridad:

- La válvula de seguridad de corte por exceso de presión (VIS). Esa válvula se encarga de cerrar el paso de gas cuando la presión tras la regulación completa sea superior a la normal de tarado. El rearme de esta válvula, por motivos de seguridad es manual, debiendo comprobarse antes la presión en la línea.



- El regulador MONITOR. Es una parte del regulador de presión. Más exactamente es la primera que se encuentra el gas en el sentido de flujo. Reduce la presión a un valor determinado y constante que se haya regulado actuando sobre un pequeño tornillo. La principal característica de este regulador es que no se encuentra regulando constantemente. Está tarado para reducir la presión de entrada desde los 35 barg hasta 3 barg, y se comporta como un simple conducto abierto, siendo la siguiente etapa del regulador la que realiza el ajuste más fino.

HOJA 29 DE 114



- El regulador PRINCIPAL. Es el que permanece regulando la presión y realizando el ajuste fino a la presión de diseño a la que se haya tarado, en este caso 3 barg.



- Cerrar el venteo anteriormente mencionado cuando salga gas natural por él.

#### 4.2.4.9 Arranque de sistema de condensado

Las condiciones que se deben conseguir en este paso son:

- Nivel tanque de condensados  $50 < L < 75\%$  (0MAG30CL001).
- P. Agua en red make-up  $4\text{barg} < P < 6\text{barg}$  (0LCA31CP001).

---

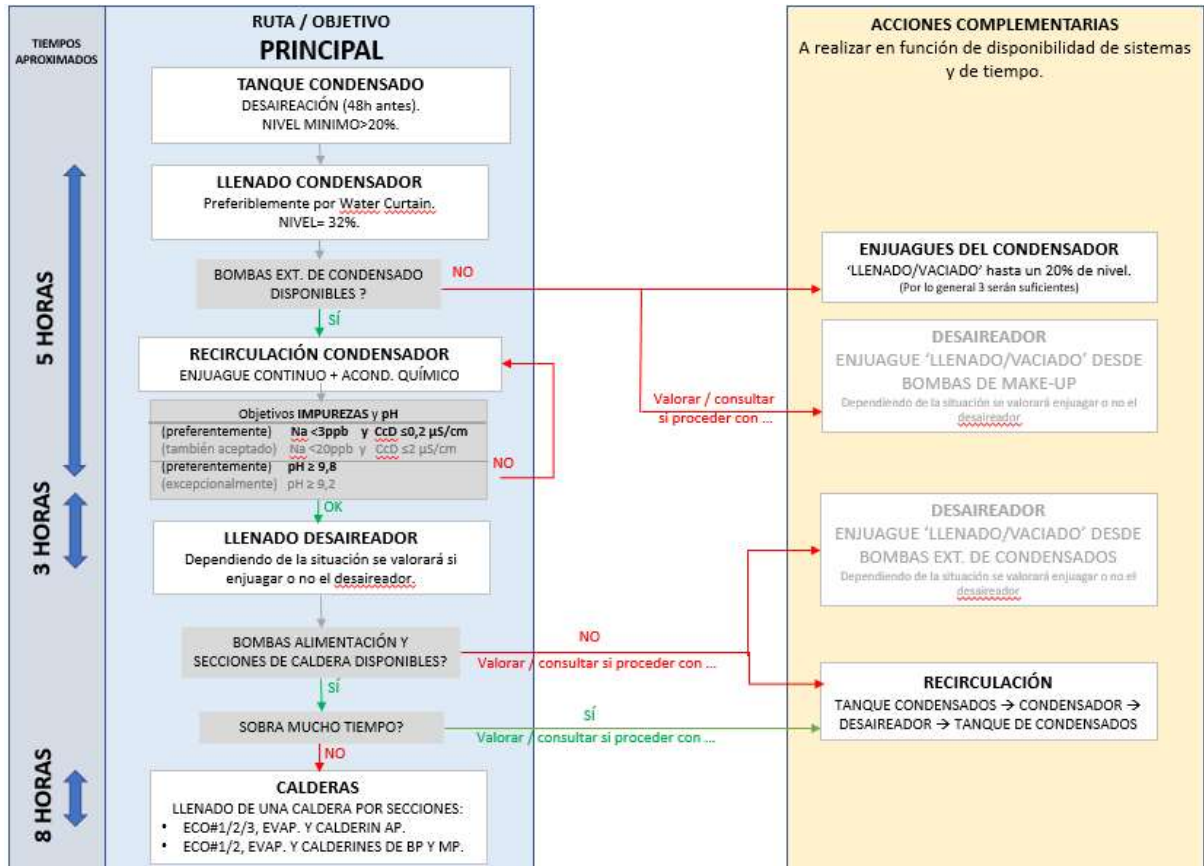
HOJA 30 DE 114

- P. Agua en red make-up  $4 < P < 6$  (0LCA32CP001).
- Nivel desgasificador  $> 20\%$  (0LAA10CL001A/B/C). Nivel de funcionamiento normal 57%.
- Nivel condensador  $> 30\%$  (0MAG20CL001A/B/C). Nivel de funcionamiento normal 80%.
- Nivel tanque de drenajes del condensador  $> 30\%$  (0MAG20CL001).
- Nivel Caldera auxiliar  $> 40\%$  (0QLA10CL001).
- Nivel tanque elevado del CCCW  $> 30\%$  (0PGA01CL001). Nivel de funcionamiento normal: 80%.

Para conseguir los requisitos de este paso se debe actuar en los siguientes sistemas.

- 1) Sistema de make-up.
- 2) Sistema de condensado.
- 3) Caldera auxiliar.
- 4) Sistema cerrado de refrigeración de componentes.

HOJA 31 DE 114



**4.2.4.9.1 Arranque del sistema de make-up.**

Antes de arrancar el sistema de make-up se deben realizar las siguientes comprobaciones.

- Válvula de salida del tanque de condensado 0LCA30AA001 abierta.
- Válvulas de aspiración a las bombas de make-up abiertas.
  - 0LCA31AA001.
  - 0LCA32AA001.
- Tanque de condensados con nivel de arranque de bombas.
- Dosificación de amoniaco en servicio.
- Alineadas válvulas de aporte de agua desde el tanque de condensados al condensador.



---

HOJA 32 DE 114

- Tras las comprobaciones, arrancamos una de las bombas y abrimos la descarga lentamente.
- Vigilar el caudal requerido por el ciclo ya que estas bombas no tienen mínima recirculación.

#### 4.2.4.9.1.1 Acondicionamiento agua de condensado (condensador)

El acondicionamiento del agua de condensado tiene como objetivo conseguir unas condiciones químicas óptimas para poder progresar con esta agua hacia desaireador → calderas. Para ello se debe trabajar en dos frentes:

- 1) **Acondicionamiento del pH** mediante la dosificación de amoniaco.
- 2) **Eliminación de posibles impurezas** (monitorizadas a través del Sodio y la Cc desgasificada) mediante enjuagues del condensador.

No se considera el acondicionamiento de oxígeno en niveles óptimos porque generalmente en esta fase no estará disponible la generación de vapor de sellos, generalmente por motivos técnicos (indisponibilidad de los sistemas implicados) o incluso económicos. Por tanto, es más que posible que el primer llenado de calderas sea con un agua con alto contenido en oxígeno. Esta excepción frente a los niveles de oxígeno que nos exigimos en operación normal, si bien no es lo ideal, se apoya en que es una situación temporal (habrá un arranque próximo) y en que estaremos seguros de que no hay cloruros en esta agua ya que como no se envía agua a caldera hasta que el sodio sea por lo menos inferior a 20 ppb, no tendrá apenas cloruros. Es decir “no importa” que en un principio haya oxígeno en el ciclo.

#### 4.2.4.9.1.2 Acondicionamiento del pH dosificación de amoniaco

El agua que se aporta al ciclo desde el tanque de condensados (agua de ‘make-up’) no tiene el pH requerido para llenar los circuitos (ver nota\*) por lo que hay que proceder con su acondicionamiento en pH.

*\*En la operativa normal el agua de ‘make-up’ tiene un pH superior al del agua desmineralizada ‘bruta’ y por tanto mejor que ésta para ser introducida al ciclo, ya que operación normal hay retornos del agua del ciclo al tanque de condensados, por lo que el agua desmineralizada en su interior mejora su pH hasta  $\approx 9-10$ , frente al  $pH \approx 6-8$  que tiene el agua desmineralizada ‘bruta’. Sin embargo, consideramos en este procedimiento el escenario más ‘desfavorable’ posible: que el agua de ‘make-up’ tenga el pH del agua desmineralizada ‘bruta’ ( $pH \approx 6-8$ ). Por ejemplo, este*

---

HOJA 33 DE 114

*escenario tiene lugar en el caso que se haya vaciado el tanque de agua de condensados durante la Parada.*

Incluso en el caso de que el pH de agua de 'make-up' fuese notablemente mejor que el del agua bruta por estar compuesto por retornos del ciclo, en el caso que nos aplica llenar el 100% del condensador (y no solo pequeños aportes como en funcionamiento normal) con esta agua resultará sí o sí en un pH insuficiente.

El objetivo es conseguir un  $\text{pH} \geq 9,8$  en el agua de condensado antes de progresar hacia desaireador y calderas. Además, sirve para dar fiabilidad a la medida del analizador de sodio (si tiene un  $\text{pH} < 9,8$  su lectura puede darnos una medida de concentración de sodio superior a la real).

Excepcionalmente se podrá progresar con un  $\text{pH} \geq 9,2$  (en vez de  $\text{pH} \geq 9,8$ ) en cualquiera de las siguientes situaciones:

- Urgencia en progresar con el agua hacia calderas.

El personal en el turno ha de tener la visión de si una demora excesiva para conseguir un  $\text{pH} \geq 9,8$  puede entrar en conflicto con una posible necesidad de normalizar la planta, cuanto antes, en cuyo caso se contemplará el avanzar con  $\text{pH} \geq 9,2$ . Posibles necesidades que lo justifiquen:

- o Necesidad de tener la(s) caldera preparada para la hora de un muy probable arranque.
- o Necesidad de devolver la situación de disponibilidad (Trading) a una hora determinada.
- o Necesidad de verificar cuanto antes posibles fugas en sistemas en los que se haya intervenido y se consideren susceptibles de una comprobación lo más temprana posible.

#### 4.2.4.9.1.3 Eliminación de posibles impurezas enjuagues

El condensador está expuesto a impurezas durante la Parada, dado que está muchas horas con las bocas de hombre abiertas y se realizan trabajos en su interior, por lo que estará o podrá estar 'sucio'. Si bien el agua aportada desde el tanque de condensado tendrá Sodio  $< 5\text{ppb}$  y una Conductividad adecuada, estos parámetros se verán alterados por esta posible suciedad del condensador, por lo que podrá ser necesario 'limpiarlo' por medio de enjuagues.

---

HOJA 34 DE 114

Mediante los enjuagues se renueva el agua de condensado para arrastrar / evacuar la suciedad que se haya podido adherir al condensador durante la Parada. El nivel de suciedad presente lo monitorizaremos mediante la medición de Sodio y Cc desgasificada.

#### **4.2.4.9.2 Niveles sistema de condensados.**

Es el sistema encargado de recoger y bombear el agua desde el condensador hasta el desaireador. Está compuesto principalmente por:

- Tanque de drenajes del condensador.
- Condensador.
- 3x50% bombas de extracción de condensado.
- Condensador vapor de sellos (lado agua).

Se dispone de 3x50% bombas de condensado, que extraen el agua del 'pozo caliente' del condensador y la envían al desaireador con el objeto de mantener el nivel que éste demande, controlado a través de la válvula de control 0LCA20AA051 (neumática).

Si bien el destino principal de este bombeo es alimentar al desaireador, alimenta también los siguientes sistemas:

- Atemperaciones by-passes de vapor de media y baja presión.
- Atemperación a la línea 'reverse flow'.
- Atemperación tanque de drenajes del condensador.
- Hood spray, para refrigeración de la carcasa de escape de la turbina de vapor.
- Condensador de vapor de sellos: para asegurar que este condensador esté siempre alimentado por agua de condensado se dispone de:
  - o Mínima recirculación en el condensador de sellos (0LCA21BR001).

Se recircula una cantidad mínima de caudal hacia el condensador principal para asegurar un caudal mínimo en el condensador de vapor de sellos. Este caudal está controlado mediante la válvula de control 0LCA23AA051 (neumática).

- o Placa de orificio en la línea principal de agua de condensado, para asegurar una presión mínima en la entrada al condensador de vapor de sellos.

---

## HOJA 35 DE 114

- Aporte de agua al anillo líquido de las bombas de vacío.

Desde finales de 2020 se alimenta/repone el anillo líquido de las bombas de vacío mediante agua de condensado (a través de las líneas 0MAJ63/64BR001), frente al suministro hasta la fecha procedente del sistema CCCW.

Para conseguir los niveles en el condensador, tanque de drenajes y desaireador partiendo del sistema de condensado lleno y el desaireador con algo de nivel, actuaremos de la siguiente manera. Realizaremos las siguientes comprobaciones:

- Nivel del condensador con más del mínimo para arranque de las bombas de extracción de condensado.
- Cerrar el drenaje 0LCA20AA401.
- Abrir las válvulas en la aspiración de las bombas de extracción de condensado,
  - 0LCA11AA001.
  - 0LCA12AA001.
  - 0LCA13AA001.
- Comprobar que las válvulas manuales situadas en las líneas de circulación mínima de las bombas estén abiertas.
- La válvula de venteo del desgasificador debe estar abierta 0LAA10AA501.
- Comprobar que las válvulas de aislamiento de la válvula de control de nivel del desgasificador 0LCA20AA051, están abiertas.
- Comprobar que la válvula de bypass de la válvula de control de nivel del desgasificador 0LCA20AA051 está cerrada 0LCA20AA003.
- Comprobar que las válvulas manuales a la entrada del desgasificador están abiertas,
  - 0LCA20AA005.
  - 0LCA20AA006.
- Después de las comprobaciones arrancar una de las bombas de extracción de condensado y abrir la válvula de descarga antes de 10 sg.

---

HOJA 36 DE 114

- Observar que el nivel del desgasificador aumenta, cuando se detecte que el condensado está llegando a éste, poner el lazo de control de nivel del desgasificador en automático, asignando al PID el valor que queramos alcanzar en el desgasificador.

El lazo de control intentará mantener el nivel de consigna en el desaireador actuando sobre la válvula de control 0LCA20AA051. El nivel de operación normal es de 56%.

- Colocar el lazo de control de mínima recirculación del condensador de vapor de sellos en automático.

Con el objeto de garantizar un caudal mínimo a través del condensador de vapor de sellos en los transitorios en los que no haya una demanda significativa hacia el desaireador (momentos con alto nivel en el desaireador), se dispone de un lazo de control que garantiza, mediante la válvula de control 0LCA23AA051, que haya un caudal mínimo por la línea que alimenta el condensador de vapor de sellos. En operación normal el set point fijado es de 70 Kg/s.

- Colocar el lazo de control de nivel del condensador en automático, asignando al PID el valor que queramos alcanzar en el condensador.

El nivel del condensador se controla vigilando que:

- No haya déficit de agua en el ciclo.

Aporte mediante la válvula de control 0LCA50AA051.

- No haya exceso de agua en el ciclo.

Retirada de agua hacia el tanque de condensado mediante la válvula de control 0LCA22AA051.

Se mantiene siempre una consigna de llenado (85%) significativamente inferior a la de vaciado (95%) por el siguiente motivo: no tiene ningún sentido retirar agua del ciclo salvo que sea estrictamente necesario, ya que el agua del ciclo es agua con bajo contenido en oxígeno y ya tratada en pH mediante la dosificación de amoníaco. Es decir, sería una incongruencia que por una parte se estuviera aportando agua (0LCA50AA051) y por otra parte se estuviera retornando agua al tanque de condensados mediante la válvula (0LCA22AA051). Por ello buscamos mantener el nivel del condensador por debajo del 95% y tener la válvula de vaciado cerrada salvo en transitorios de funcionamiento muy puntuales en los que sea inevitable.

---

HOJA 37 DE 114

- Colocar todas las bombas de condensado en AUTO.
- Colocar en AUTO la válvula de atemperación de tanque de drenajes del condensador 0LCE11AA001.

El tanque de drenajes del condensador está provisto con un sistema de atemperación (agua de condensado) que actúa cuando la media de los dos transmisores de temperatura del pozo caliente 0LCA10CT001/2 sea mayor de 60 °C, abriendo la válvula 0LCE11AA001. Al mismo tiempo el condensador atempera con agua del tanque de condensados a través del 'water curtain'. Ambas atemperaciones no cerraran hasta que la temperatura baje de 30 °C.

#### **4.2.4.10 Nivel tanque elevado circuito cerrado de refrigeración de componentes.**

- Se debe de tener al menos un tanque de agua desmineralizada prácticamente lleno.
- Una de las bombas de agua desmineralizada 0GHC18/19AP001 debe de estar arrancada o disponible para ser arrancada.
- La instrumentación debe de estar operativa.
- Todo el sistema debe de estar alineado y con los drenajes cerrados.
- Verificar que la válvula de aislamiento del tanque 0PGA01AA001 está abierta ya que de lo contrario no se llenará el sistema.
- Lazo de control de la válvula de llenado del tanque en automático y con una consigna del 80%.

#### Condiciones iniciales

- Posiciones en válvulas del módulo del aire de atomización:
  - La válvula 1/2PGB62AA001 de entrada al módulo deberá de estar posicionada en el 5º diente (de 10 posibles, siendo el 1 abierto y el 10 cerrado).
  - La válvula 1/2PGB62AA008 de salida del módulo deberá de estar posicionada en el 6º diente (de 10 posibles, siendo el 1 abierto y el 10 cerrado).

#### Precauciones generales

- El DCS mantiene la válvula 0GHC90AA003 abierta al alcanzar el bajo nivel del tanque de compensación de circuito cerrado 0PGA01BB001 por lo que, si no se mantiene la válvula

---

## HOJA 38 DE 114

- en MAN y cerrada, el tanque se llenará nada más arrancar las bombas de agua desmineralizada 0GHC18/19AP001.
- Los separadores de hidrógeno disponen de un venteo que abre al detectar aire en el sistema. Dependiendo de lo vacío que se encuentre el sistema, estas válvulas actuarán para eliminar el aire del circuito. Normalmente cuando actúan producen un sonido fuerte debido a la evacuación de las bolsas de aire.
  - Para verificar que el llenado es adecuado se debe de comprobar si se expulsa aire por los venteos situados en los puntos más altos del sistema:
    - Válvulas 0PGA30AA502, 0PGB30AA502 situadas en la pared lado Santurce de la nave de turbinas de gas, frente al virador de TG2.
    - Válvulas de venteo de los intercambiadores de calor del módulo de aceite de lubricación de turbina de vapor.
    - Los venteos de los intercambiadores de calor del módulo de aceite de las turbinas de gas.
    - El venteo del intercambiador de calor de Aire de Atomización.
    - Los venteos 0PGA30AA501 y 0PGB30AA501 para el tramo de líneas hacia las bombas de agua de alimentación.
    - Los venteos 0PGA30AA503 y 0PGB30AA503 para los bastidores de nuestro químico.

### 4.2.4.10.1.1 Puesta en servicio del circuito cerrado de refrigeración de componentes

El sistema se llena por gravedad con el llenado del tanque de compensación de circuito cerrado ya que se encuentra en una cota superior a todo el circuito:

1. Verificar que la válvula de drenaje del tanque 0PGA01AA401 está cerrada.
2. Verificar que la válvula manual de aislamiento de la línea de llenado 0GHC90AA002 está abierta.
3. Verificar que la válvula de aislamiento del tanque 0PGA01AA001 está abierta.
4. Si se parte con el tanque de compensación vacío, poner en AUTO (si no lo está ya) el control de la válvula 0GHC90AA003. De esta forma el DCS abrirá la válvula ya que detecta bajo nivel.

---

HOJA 39 DE 114

5. Si una de las bombas de agua desmineralizada estaba arrancada, el tanque se empezará a llenar. Si no hay bomba arrancada, habrá que arrancarla.

6. Vigilar:

- el ritmo de llenado del tanque
- los separadores de hidrógeno
- los venteos

7. El sistema parará de llenarse solo ya que el DCS cerrará la válvula 0GHC90AA003 de llenado del tanque.

Precauciones generales

- Dadas las características de las bombas, es muy inusual que se funcione con una sola bomba de circuito cerrado ya que una sola no mueve suficiente caudal de agua para provocar una correcta refrigeración de los equipos. El funcionamiento habitual será con dos bombas en servicio.
- El sistema debe de estar venteado adecuadamente para el correcto funcionamiento de las bombas y así lograr la refrigeración adecuada. Funcionar con aire en el sistema provoca una mala refrigeración de los equipos pudiendo llevar al disparo de los mismos, y en último caso al disparo de la planta.

Para verificar que el venteo ha sido adecuado se debe de comprobar si se expulsa aire por los venteos situados en los puntos más altos del sistema:

- Válvulas 0PGA30AA502, 0PGB30AA502 situadas en la pared lado Santurce de la nave de turbinas de gas, frente al virador de TG2.
- Válvulas de venteo de los intercambiadores de calor del módulo de aceite de lubricación de turbina de vapor.
- El resto de venteos indicados en el apartado 4.1.2 también habrá que vigilarlos de vez en cuando para verificar que todos los tramos están correctamente venteados.

En estos puntos, al abrirse las válvulas indicadas, se debe de observar un chorro de agua continuo y sin aire.



---

## HOJA 40 DE 114

- Los tanques separadores de hidrógeno 0PGB45BB001 de TV, 1PGB61BB001 de TG1 y 2PGB45BB001 de TG2 podrán abrir sus válvulas de venteo en caso de que se detecte aire en el sistema.
- Aunque no es condición necesaria para su puesta en servicio, para que el sistema funcione adecuadamente, es necesario que el sistema de agua de circulación esté en servicio. Si el sistema de agua de circulación no está en servicio, la capacidad de refrigeración del sistema de circuito cerrado será muy pequeña, pudiendo ser válida para ciertas situaciones de planta parada, pero nunca para mantener la planta en marcha.

### Instrucciones

1. Abrir/verificar la apertura de las válvulas 0PGB31/32/33AA001 de aspiración de las bombas de circuito cerrado.
2. Cerrar/verificar la apertura de la válvula de impulsión 0PGA10/11/12AA001 de la bomba de circuito cerrado que se vaya a arrancar.
3. Verificar que los transmisores de la impulsión de las bombas tienen sus válvulas de aislamiento abiertas 0PGA10/11/12AA701.
4. Verificar en la pantalla de control de bombas que hay permisivo de arranque y no hay ningún enclavamiento.
5. Dejar entreabiertos los venteos 0PGA30AA502, 0PGB30AA502, los venteos de los intercambiadores de calor del módulo de aceite de turbina de vapor, los venteos 0PGA30AA502 y 0PGB30AA502.
6. Arrancar una de las bombas desde sala de control. Abrir la válvula 0PGC10/11/12AA501 de venteo de la bomba que se haya arrancado para cebar bien las bombas.
7. Abrir poco a poco la válvula de la impulsión que de la bomba que se haya arrancado (0PGA10/11/12AA001).
8. Arrancar seguidamente la segunda bomba y actuar de igual manera con la válvula 0PGC10/11/12AA501 de venteo de la bomba que corresponda. Esperar a que se establezca la presión. La presión habitual de trabajo de las bombas es de 5,9 barg.
9. Vigilar:

---

HOJA 41 DE 114

- a. los separadores de hidrógeno
- b. los venteos 0PGA30AA502, 0PGB30AA502 y los venteos de los intercambiadores de calor del módulo de aceite de turbina de vapor. Cerrarlos cuando los separadores de hidrógeno estén funcionando cerrados (dejarán de meter ruido si es que no estaban bien cebados durante el llenado), las bombas tengan una presión estable y el caudal evacuado por los venteos sea constante y sin aire.
- c. Vigilar de vez en cuando los venteos para verificar que sale agua en continuo y sin bolsas de aire.
- d. Vigilar venteos de los enfriadores del generador de turbina de vapor ya que es el punto más alto del sistema.

#### **4.2.4.11 Circuito principal de refrigeración**

- 1) VERIFICAR que la casa de bombas está llena y sin las compuertas.
- 2) VERIFICAR que están cerradas las bocas de hombre de casa de bombas y by-pass a BBG.
- 3) VERIFICAR que no hay bomba sumergible en el pozo de sellos.
- 4) VERIFICAR que están cerradas las válvulas de entrada y salida al condensador.
- 5) VERIFICAR que están cerrados los drenajes de las líneas de la cota -4,5. Si tuvieran que estar abiertos por haber algún trabajo en curso que lo requiriese, verificar la ausencia de fugas por ellos.
- 6) VERIFICAR que está abierta la válvula de by-pass a BBG.
- 7) ARRANCAR bomba auxiliar (\*). La bomba la válvula de impulsión deberá posicionarse con una apertura del 50% obteniendo una presión aproximada en la descarga de 1.8 bar.
- 8) VERIFICAR que el pozo de sellos desborda agua por el rebose a BBG. Esto ocurrirá pasadas unas 6 horas desde el arranque de la bomba auxiliar.
- 9) VERIFICAR que han quedado bien selladas las bocas de hombre del circuito.
- 10) PARAR bomba auxiliar.

---

## HOJA 42 DE 114

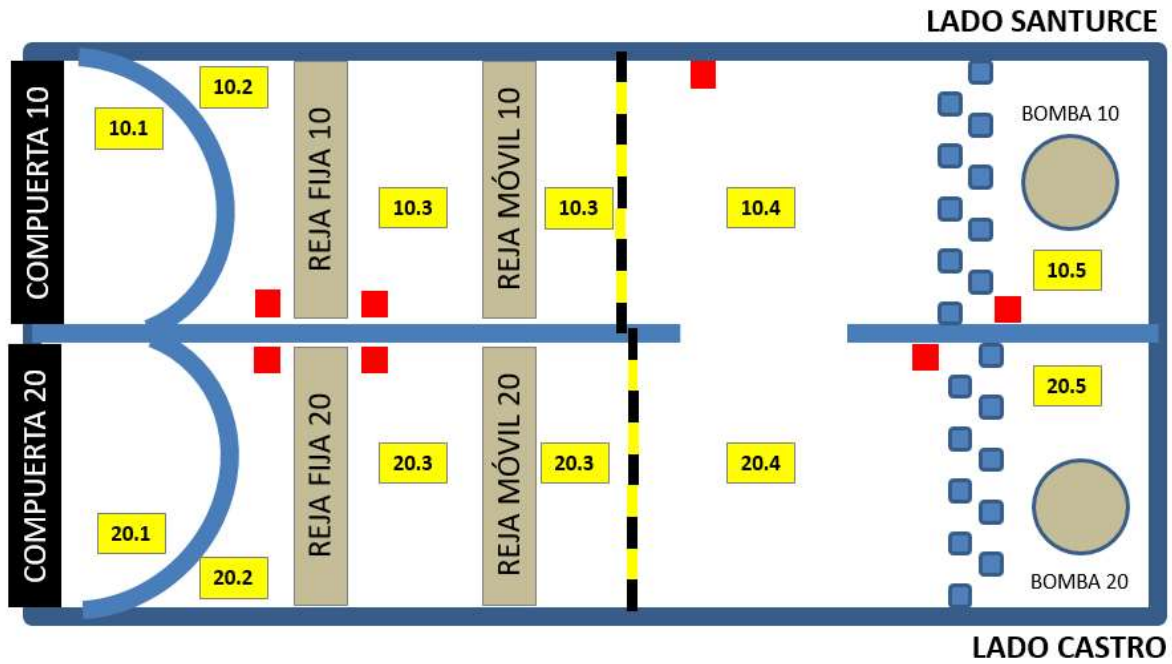
El circuito ya estará lleno. En función de las necesidades de BBE o de BBG, se arrancará o no una bomba de agua de circulación.

### 4.2.4.11.1.1 Puesta en servicio del circuito de refrigeración principal

El sistema de agua de circulación se compone de varios equipos. Los más importantes y sobre los que aplica este documento son los que se citan a continuación.

- Captación de agua de mar o casa de bombas compuesta por:
  - 2 canales de aspiración externos a casa de bombas
  - 2 Canales de aspiración dentro de la casa de bombas
  - 2 Conjuntos de compuertas de aislamiento
  - Sistema de dosificación química
  - 2 Rejillas fijas
  - 2 Rejillas móviles
  - 2 Bombas de agua de circulación con variadores de velocidad.
  - 2 Válvulas de descarga de las bombas de agua de circulación
  - 2 Grupos hidráulicos de las válvulas de descarga de las bombas de agua de circulación
  - 1 Bomba de refrigeración auxiliar

HOJA 43 DE 114



- Tuberías de entrada y salida al condensador:
  - Cajas de agua del condensador
  - Válvulas de entrada y salida del agua del condensador
  - Condensador parte agua de mar
    - Tubería principal de agua de mar:
      - Tubería principal
      - Válvula de by-pass a BBG.
      - Pozo de sellos
      - Tubería de descarga a BBG
      - Emisario

---

## HOJA 44 DE 114

Las bombas de refrigeración son 2 bombas del 50% de tipo vertical diseño extraíble. También puede considerarse que son 2 bombas del 100%, ya que se puede estar casi a pleno rendimiento con una bomba en marcha, con el único inconveniente que en caso de disparo de la bomba no da tiempo a arrancar la segunda antes de que dispare la planta.

El motor que acciona la bomba está colocado sobre el soporte motor en el que también se aloja el cojinete de empuje capaz de absorber los empujes axiales del rotor de la bomba. El motor dispone de un detector de humedad "E0PAC10CM301".

Los ejes de motor y bomba se acoplan mediante un acoplamiento flexible



- Las rejillas móviles en automático y el sistema de limpieza de las mismas en automático.
- Sistema de dosificación de hipoclorito en servicio.
- Estas bombas sólo pueden ser arrancadas desde la sala de control. Inicialmente el operador de sala de control arrancará los ventiladores de refrigeración de los motores, ya que estos son un permiso de arranque.
- Revisión de los grupos hidráulicos, chequeando niveles de los depósitos de aceite de ambos grupos, presiones del circuito en los manómetros, correcta alineación de las válvulas de entrada y salidas de los grupos e inspección del armario eléctrico.
- Verificar desde sala de control que los grupos hidráulicos están en remoto.
- Comprobación del cierre completo de la válvula de impulsión que se pretende arrancar.
- Chequeos de los niveles de aceite de la bomba.
- Revisión que la seta de emergencia no esté presionada.

---

## HOJA 45 DE 114

- Si por razones de mantenimiento, hubiera montado un andamio en la bomba, comprobamos que ninguna parte este en contacto con el equipo ni con el recorrido que vaya a realizar la válvula de la impulsión.
- En el momento en que desde sala de control se da orden de arrancar los ventiladores de refrigeración de la bomba, se comprueba que han entrado en funcionamiento correctamente.
- Comprobar desde sala de control el cumplimiento de todos los permisivos.
- Activar botón “Electro refrigeración”.\*
- Una vez que se ha arrancado la bomba, comprobar que la válvula de la impulsión abre totalmente, pisando los finales de carrera situados en la línea en el lado Santurtzi, tras unos instantes verificar cierre de la boya de venteo.

Debido a que las bombas de agua de circulación funcionan a velocidad variable se ha implementado para las cajas de agua un control para mantener una presión que garantice su cebado (este valor es modificable, pero 0,81 bar es el óptimo en operación normal) en la entrada de cada caja de agua (0PAB10CP001 / 0PAB20CP001) para todo el rango de operación de las bombas de agua de circulación. Este control es independiente para cada caja.

Para mantener dicha presión, el sistema cierra la válvula de salida de cada caja hasta lograr la presión deseada, con un límite de cierre del 30% a modo de protección para evitar que se llegue a cerrar completamente el paso de agua al condensador dejándolo sin refrigerar y provocando que se perdiera vacío. Esta lógica funciona siempre que las válvulas de salida estén en AUTO.

Asimismo, para poder verificar el cebado de las cajas, se dispone de un switch de nivel en cada caja de entrada al condensador (0PAB10CL301 / 0PAB20CL301).

En caso de paro de una de las dos bombas de agua de circulación las válvulas de salida se posicionarán al 35% (siempre que estén en AUTO) y posteriormente regularán para mantener la presión requerida por el control de las cajas de agua previamente explicado en este apartado

*\*A lo largo del eje de la bomba existen 6 cojinetes de goma que van refrigerados con agua de mar tomada directamente de la descarga de la propia bomba. De esta misma descarga también se aprovecha agua para refrigerar el motor y el cojinete de empuje.*

---

## HOJA 46 DE 114

Para preservar el estado de los cojinetes de goma mencionados se ha realizado una modificación respecto al diseño original y para ello se ha instalado un sistema de 3 líneas de refrigeración de cojinetes para cada bomba. Cada una de ellas se compone de un transmisor de caudal (Q1, Q2 y Q3). Dos de dichas líneas están siempre alineadas y refrigeran el cojinete con agua de la descarga de la propia bomba (Q1 naturalmente y Q2 mediante una bomba), mientras que la tercera (Q3) es de agua bruta y se alineará automáticamente, energizando la electroválvula 0GKB70AA010, siempre y cuando la suma de los dos caudales anteriores sea inferior a 35l/min durante más de 2 segundos.

5 minutos antes de dar orden de marcha a la bomba se activará manualmente la electroválvula de refrigeración 0GKB70AA010 de agua bruta para asegurarnos de que la columna de la bomba se llena. Tras arrancar la bomba la electroválvula cerrará automáticamente siempre que la suma de los caudales sea mayor de 35l/min. Al parar la bomba la electroválvula se activará automáticamente. Además, en caso de que salga la alarma de giro inverso y el caudal ( $Q1+Q2 < 35\text{l/min}$ ) durante al menos 2 segundos se activará la electrorefrigeración.

La válvula de la impulsión iniciará la apertura varios segundos después y hasta que abre completamente seguirá la secuencia que se describe a continuación:

**Maniobra de apertura:** Arranca la bomba y poco después empieza a abrir la válvula. Deja de pisar el final de carrera de cerrado, transcurridos 13 segundos pasa por el final de carrera de cambio de velocidad y en 7 segundos llega al final de carrera de abierto. En esta maniobra, lo más importante es que al empezar a abrir el final de carrera de cerrado, éste deje de estar activo. Si no lo hiciese la bomba dispararía.

### Condensador lado agua de mar

La función principal del condensador es actuar de foco frío condensando el vapor proveniente de la turbina de vapor y proveer un lugar para el almacenamiento del agua condensada.

Físicamente, el condensador es una cámara que consta de un cuerpo de acero que es atravesado por muchos tubos paralelos. El agua de refrigeración circula por los tubos, produciéndose la condensación del vapor que fluye alrededor de ellos. El agua que circula por

---

HOJA 47 DE 114

los tubos se distribuye y se recoge por medio de las cajas de agua colocadas a la entrada y salida del condensador.

Se dispone de un condensador de doble cuerpo, por lo que hay dos cajas de agua de entrada y dos de salida.

En cada cuerpo del condensador se dispone de 10522 tubos. Las tuberías de entrada/salida de cada una de las cajas de agua son de 72" y el caudal total máximo de agua de mar que pasa por el condensador (considerando ambos cuerpos) es 52.000 m<sup>3</sup>/h aproximadamente.

El agua descargada por las bombas de agua de circulación a través de la línea 0PAB06BR001 llega al condensador por dos líneas, una a cada una de las dos cajas de agua de entrada.

La tubería 0PAB07BR001 de descarga de las bombas de agua de mar pasa a ser metálica y tiene una junta dieléctrica para evitar la corrosión de la tubería.

Esta línea tiene también una derivación 0PCB01BR001 que va a refrigerar los intercambiadores de placas.

La línea tiene dos derivaciones que van hacia las cajas de aguas del condensador, pero tiene también un by-pass que conecta directamente con la salida de las mismas. Esta línea es la 0PAB08BR001 con una válvula de mariposa motorizada. Esta válvula se encarga de habilitar o no el by-pass a través del cual se puede dar el agua necesaria a BBG en caso de estar BBE parado y querer tener aislado el condensador.

#### **4.2.4.12 Sistema de agua de alimentación**

Condiciones previas al arranque de las bombas de agua de alimentación:

- Todos los venteos y drenajes del sistema cerrados.
- El nivel del desaireador (58%).
- Sistema de condensado operativo.
- Sistema de agua de alimentación lleno.
- Válvulas de descarga de las bombas de alimentación AP y MP/BP cerradas.
- Sistema de llenado auxiliar fuera de servicio: implica que estén pisados los finales de carrera de las 4 válvulas de la impulsión de la bomba de llenado 0LAB52AA002, 0LAB52AA003, 0LAB52AA005 y 0LAB52AA006.



---

## HOJA 48 DE 114

Para el arranque del sistema durante la operación normal de la instalación seguir los siguientes pasos:

- Comprobar que el desaireador se encuentra en el nivel de arranque, el nivel de arranque es de 60%, 2 puntos por encima del nivel de operación normal (58%), para tener un pequeño colchón de agua.
- Comprobar que los drenajes y los venteos de las líneas y del desaireador están cerrados.
- Comprobar que la válvula motorizada de conexión desaireador-tanque reserva de condensador 0LAA40AA001 está cerrada y puesta en AUT para que pueda abrir en caso de muy alto nivel del desaireador.
- Comprobar que las válvulas en la aspiración de las bombas de agua de alimentación están abiertas.
- Comprobar que las válvulas manuales en la línea de mínima circulación de las bombas están abiertas.
- Las válvulas motorizadas de descarga en MANUAL.
- Arrancar una de las bombas de AP o MP desde DCS con grupo funcional en ON y una vez que se alcanza la presión nominal se abre la motorizada un 10% y cuando la presión en el sistema se iguala se pone en AUTO y se deja que abra hasta el 100%.

Asumiendo que la caldera ha sido sometida a las inspecciones y comprobaciones oportunas y se encuentra llena de agua, se deberán realizar los preparativos adicionales que se indican a continuación antes del arranque de la turbina de gas:

Las válvulas de venteo de los calderines de AP, MP y BP:

- HAH10AA501
- HAH10AA502 motorizada en AUTO,
- HAH50AA501
- HAH50AA502 motorizada en AUTO,
- HAH80AA501
- HAH80AA502 motorizada en AUTO, se mantendrán abiertas.

---

HOJA 49 DE 114

Abrir las válvulas de drenaje:

- HAH11AA401
- HAH11AA402
- HAH11AA403
- HAH11AA404
- HAH11AA405
- HAH11AA406
- HAH11AA407
- HAH11AA408
- HAH11AA409
- HAH11AA410 hasta que solo salga vapor (se cerrará tras cerrar la motorizada).
- HAH11AA411 motorizada que no se cerrará hasta que comience a salir solo vapor.
- Y la motorizada HAH11AA412 del sobrecalentador 1 AP (abierta en MAN hasta que las temperaturas en los drenajes nos permitan el paso a AUTO).

Abrir las válvulas de drenaje:

- HAH20AA401
- HAH20AA402
- HAH20AA403
- HAH20AA404 hasta que solo salga vapor (se cerrará tras cerrar la motorizada).
- HAH20AA405 motorizada que no se cerrará hasta que comience a salir solo vapor.
- HAH20AA417 aguas arriba de la motorizada HAH20AA406.
- Y la motorizada HAH20AA406 del sobrecalentador 2 AP (abierta en MAN hasta que las temperaturas en los drenajes nos permitan el paso a AUTO).

---

HOJA 50 DE 114

- Abrir la válvula de drenaje manual HAH51AA401, la válvula manual de drenaje a arqueta HAH51AA402 hasta que solo salga vapor y la motorizada HAH51AA403 del sobrecalentador 1 MP (abierta en MAN hasta que las temperaturas en los drenajes nos permitan el paso a AUTO).
- Abrir la válvula de drenaje manual HAH60AA401 y abrir hasta que salga vapor la válvula HAH60AA402. Abrir la válvula motorizada HAH60AA403 del sobrecalentador 2 MP (abierta en MAN hasta que las temperaturas en los drenajes nos permitan el paso a AUTO).
- Abrir la válvula de drenaje manual HAJ60AA401, y, mantener abierta hasta que deje de salir agua la válvula motorizada HAJ60AA402. Abrir la motorizada HAJ60AA403 del recalentador 1 (abierta en MAN hasta que las temperaturas en los drenajes nos permitan el paso a AUTO).

Abrir las válvulas de drenaje:

- HAJ70AA401
- HAJ70AA402
- HAJ70AA403
- HAJ70AA404
- HAJ70AA405
- HAJ70AA406
- HAJ70AA407 hasta que solo salga vapor (se cerrará tras cerrar la motorizada).
- HAJ70AA408 motorizada que no se cerrará hasta que comience a salir solo vapor.
- motorizada (HAJ70AA409) del recalentador 2 (abierta en MAN hasta que las temperaturas en los drenajes nos permitan el paso a AUTO).

Abrir las válvulas de venteo de arranque en las líneas de salida de vapor sobrecalentado AP:

- HAH20AA501
- HAH20AA502 (motorizada) en MAN.

De vapor recalentado caliente:

- HAJ70AA501
- HAJ70AA502 (motorizada) en MAN.

Y de vapor sobrecalentado BP:

---

HOJA 51 DE 114

- HAH81AA501
- HAH81AA502 (motorizada) en MAN.
- Abrir la válvula manual HAH20AA002 en la línea de salida de vapor principal AP.
- Abrir la válvula manual HAJ70AA002 en la línea de salida de vapor recalentado caliente.
- Abrir la válvula manual HAH81AA002 en la línea de salida de vapor principal BP.
- Cerrar la válvula motorizada HAH80AA002 en la línea de salida de vapor saturado BP hacia el desaireador.
- Abrir la válvula manual HAC60AA005 en la línea de salida de agua para precalentamiento de gas natural si va a ser utilizado este combustible en la turbina de gas.
- Las bombas de agua de alimentación AP y MP estarán arrancadas y con sus válvulas de impulsión abiertas.
- Abrir la válvula de by-pass de corte de agua de alimentación AP HAC10AA008 hasta que se llene y presurice el sistema.
- Una vez presurizado y llenado el circuito se abrirá la válvula principal de corte de agua de alimentación AP HAC10AA007.
- En el momento en que esté abierta la válvula principal de corte de agua de alimentación AP HAC10AA007 se podrá cerrar la válvula de by-pass de corte de agua de alimentación AP HAC10AA008.
- Abrir la válvula de by-pass de corte de agua de alimentación MP HAC50AA003 hasta que se presurice el sistema.
- Una vez presurizado y llenado el circuito se abrirá la válvula principal de corte de agua de alimentación MP HAC50AA002.
- En el momento en que esté abierta la válvula principal de corte de agua de alimentación MP se podrá cerrar la válvula de by-pass de corte de agua de alimentación MP HAC50AA003.
- Activar el control de nivel del calderín AP en automático a un elemento con punto de consigna del 35%.
- Activar el control de nivel del calderín MP en automático a un elemento con punto de consigna del 30%.

---

HOJA 52 DE 114

- Activar el control de nivel del calderín BP en automático a un elemento con punto de consigna del 30%.
- Previo al arranque de la TG abrir el damper HNA10AA001 situado en el conducto de salida de gases de caldera.

En esta situación la caldera se considera preparada para el arranque. Una vez arrancada la turbina de gas, la secuencia automática de arranque de caldera realizará las siguientes operaciones principales:

- La válvula motorizada de venteo del calderín AP (HAH10AA502) se cerrará en AUTO cuando se alcance una presión de 4 barg, a la vez se cerrará en manual la válvula HAH20AA502.
- La válvula motorizada de venteo del calderín MP (HAH50AA502) se cerrará en AUTO cuando se alcance una presión de 2 barg, a la vez se cerrará en manual la válvula HAJ70AA502.

#### **4.2.4.13 Sistema de vapor auxiliar**

La función del sistema de vapor auxiliar es la de suministrar vapor al colector de vapor auxiliar desde el que se hace el reparto a los diferentes posibles consumidores:

- Vapor de sellos a TV
- Calentamiento del desaireador

Se trata de un sistema muy sencillo que puede funcionar de diferente forma dependiendo de la situación en la que se encuentre la planta, pudiendo recibir vapor en determinadas condiciones desde las calderas auxiliares durante los arranques, y vapor en condiciones de recalentado frío durante la operación normal.

Las condiciones que se deben conseguir en este paso son:

- Caldera auxiliar en servicio (0QHA20AV002)
- P. Vapor Auxiliar  $8 < P < 11$  barg
- T. Vapor Auxiliar  $190 < T < 210$  °C
- Válvula FV 0LCA21AA051 Abierta 100 %.

Para conseguir las condiciones de este paso deberemos tener la caldera auxiliar en funcionamiento con las condiciones de vapor adecuadas y el lazo de mínima recirculación por el Gland Condenser en AUTO.

---

## HOJA 53 DE 114

En los arranques, el sistema de vapor auxiliar se encarga de abastecer el sistema de sellado de la turbina de vapor y también del calentamiento del agua del desaireador. Para ello, la válvula motorizada de descarga de vapor proveniente de la caldera auxiliar en servicio al colector de vapor auxiliar 0LBG30AA002 deberá abrirse en manual cuando el vapor generado por la caldera auxiliar en servicio tenga la presión suficiente como para llegar a alimentar el colector en buenas condiciones. Antes de abrir esta válvula dejando alineado el aporte de vapor desde una de las calderas auxiliares hasta el sistema de sellos, es importante verificar que la válvula de aislamiento 0LBC10AA003 de la línea que viene de vapor recalentado frío permanece cerrada, para no desviar todo el vapor hacia la línea de aporte al desaireador si aún no se considera necesario.

Cuando se considere necesario se puede calentar la línea al desaireador abriendo la válvula 0LBC10AA003 y usando la posibilidad de posicionarla para que el desvío de vapor a la línea sea controlado y sin perder presión en el colector. De este modo, una vez normalizadas las condiciones del vapor generado en la caldera auxiliar en servicio, la posición normal de las válvulas del sistema quedaría como se indica a continuación:

Antes de arrancar la planta no se dispone de presión de vapor en ninguna de las líneas del sistema. Para empezar con el proceso de arranque de planta es necesario meter vapor a los sellos de la Turbina de vapor para poder hacer vacío en el condensador. Por este motivo es necesario poner en servicio una de las calderas auxiliares y generar con ella el vapor necesario.

Al principio del arranque:

- 0LBG30AA002 cerrada
- 0LBC10AA003 cerrada
- 0LBC10AA002 cerrada
- 0LBC10AA051 cerrada
- 0LBC10AA006 cerrada
- 0LBC10AA052 cerrada
- 0LCE30AA001 cerrada
- 0LCE30AA051 cerrada
- 0LBG30AA501 cerrada

---

## HOJA 54 DE 114

Una vez conseguidas las condiciones de vapor en la caldera auxiliar en servicio, cuando la presión supera unos 5 ó 6 barg, se empieza a meter vapor de caldera auxiliar al colector:

- 0LBG30AA002 abierta
- 0LBC10AA003 cerrada
- 0LBC10AA002 cerrada
- 0LBC10AA051 cerrada
- 0LBC10AA006 cerrada
- 0LBC10AA052 cerrada
- 0LCE30AA001 cerrada
- 0LCE30AA051 cerrada
- 0LBG30AA501 posicionada al XX%

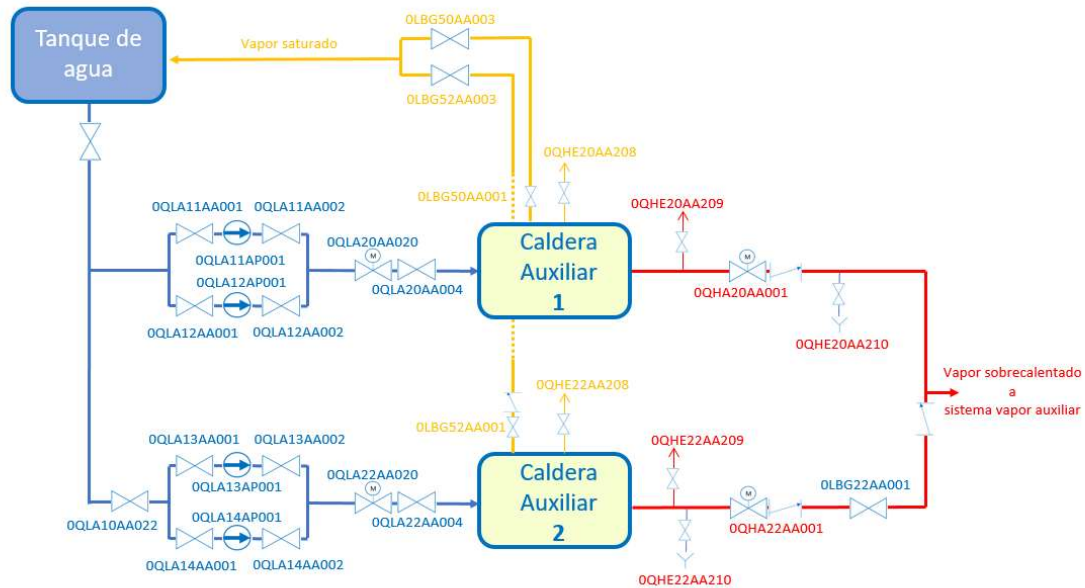
Una vez conseguidas las condiciones normales de vapor de salida de caldera auxiliar se mete vapor de sellos a la turbina de vapor y una vez estabilizada la presión de vapor del sistema, se puede empezar a calentar el desaireador controlando que no se mueva la presión que llega a los sellos de vapor:

- 0LBG30AA002 abierta
- 0LBC10AA003 cerrada
- 0LBC10AA002 abierta
- 0LBC10AA051 posicionada
- 0LBC10AA006 cerrada
- 0LBC10AA052 cerrada
- 0LCE30AA001 abierta
- 0LCE30AA051 controlando temperatura
- 0LBG30AA501 cerrada

HOJA 55 DE 114

#### 4.2.4.13.1 Caldera auxiliar

Se dispone de dos calderas auxiliares del 100% cada una.



##### 4.2.4.13.1.1 Permisivos

El programa de control lleva programados una serie de permisos. Es fundamental tener conocimiento de estos permisos para poder operar correctamente la caldera auxiliar.

- Permiso de arranque de bombas de alimentación.
  1. Disponer de nivel en el depósito de agua de alimentación.
  2. Tener las válvulas de aspiración e impulsión de las bombas abiertas.
- Arranque de la caldera auxiliar:
  1. Disponer de nivel de agua en la caldera auxiliar.
  2. Correcta presión de gas en la entrada de la caldera auxiliar. (comprendida entre 400mbar y 100 mbar).
  3. Contador de hombre muerto reseteado.
  4. No estén activas las alarmas de alta temperatura o alta presión de vapor.



---

HOJA 56 DE 114

#### 4.2.4.13.1.2 Secuencia de arranque en automático

En el momento de la señal de puesta en marcha, tiene lugar la siguiente secuencia de arranque:

1) BARRIDO.

Tiene lugar un barrido durante 140 segundos con el fin de evacuar la totalidad de los gases que hayan podido quedar en el circuito de humos. El barrido tiene lugar con el dispositivo de reglaje de aire abierto en la posición de caudal suficiente. El tiempo de barrido está calculado para introducir en la caldera un volumen de aire de cuatro veces el volumen del circuito de humos.

2) PRUEBAS DE FUGA DE GAS.

Después del barrido, y previo al encendido, se realizan varias pruebas automáticas de fuga de gas y si son correctas continua la secuencia.

3) ENCENDIDO.

Desde la línea piloto se envía gas al hogar y un transformador de encendido provoca la chispa que enciende el combustible principal.

4) Las válvulas automáticas del combustible principal no podrán abrirse hasta que el sistema de encendido produzca la chispa. En la operación de encendido del quemador, el dispositivo de seguridad de la llama interrumpirá la alimentación de combustible cuando la llama principal no se haya establecido en 3 segundos.

En el caso de un fallo de encendido no se permite el encendido automático. Para poder realizar un reencendido se procederá a subsanar la causa de la anomalía y se empezará de nuevo el ciclo de encendido, con el barrido.

5) REGULACIÓN.

Posteriormente comienza la regulación del quemador principal.

#### 4.2.4.13.1.3 Protecciones

Las seguridades principales de la caldera son:

- Alta presión del vapor saturado 10,3 bar.
- Alta temperatura vapor saturado 250 °C.
- Nivel bajo de caldera. 160 mm.

---

## HOJA 57 DE 114

- Nivel muy bajo de caldera. 140 mm
- Nivel alto de caldera. 280 mm.
- Reloj a reiniciar cada 2 horas, situado en la botonera al lado del PLC.
- Alta presión gas 400 mbar
- Baja presión gas 100 mbar

Las protecciones de las bombas, por las que son paradas son:

1. Pérdida de finales de carrera de válvulas de corte de bombas abiertas.
2. Por bajo nivel en el tanque
3. Por alto nivel en caldera
4. Por muy bajo nivel en caldera.

A continuación, se explican algunas protecciones:

- Protección por alta presión de vapor saturado.

La caldera cuenta con dos dispositivos de protección:

- 0QHA20CP302: presostato con disparo tarado a 10,3 bar. Para el sistema de combustión, de modo que la caldera debe ser rearmada manualmente tras haber solventado la incidencia y sus causas.
- 0QHA20AA201/2: válvulas de seguridad taradas a 10,5 bar. Son dos válvulas ubicadas en el cuerpo de la caldera capaces de evacuar el 100% del vapor.
- 0QHA20AA203: válvula de seguridad tarada a 10,5 bar. Ubicada en el cuerpo del sobrecalentador con capacidad para evacuar el 25% del vapor.
- Protección por alta temperatura del vapor saturado.
  - 0QHA20CT301: sonda de temperatura con alarma en 250°C. Está ubicada a la salida del sobrecalentador.
- Protección por bajo nivel de agua en caldera.

Se dispone de dos dispositivos independientes, de modo que el segundo actúa como seguridad del primero.

---

## HOJA 58 DE 114

- 0QHA20CL001: transmisor de nivel, con alarma en 160 mm.
- 0QHA20CL303: nivostato (interruptor de nivel). Dispone de doble contacto generando alarma de bajo nivel en 160mm y alto nivel en 280 mm.

Cuando se activa esta alarma por bajo nivel se para el quemador. En este caso se recomienda cerrar todas las purgas para no perder más nivel.

- Protección por muy bajo nivel de agua en caldera.
  - 0QHA20CL301: nivostato (interruptor de nivel) con detección de muy bajo nivel en 140 mm.

Cuando se detecta muy bajo nivel, se para el quemador y las bombas. El nivel muy bajo está 140 mm más bajo que la zona más alta que soporta aplicación de calor. Esto es así para impedir que las bombas aportasen agua fría a zonas que pudieran quedar descubiertas por el nivel muy bajo de agua, evitando así el choque térmico. En esta situación, sólo se pueden poner en marcha para alcanzar el nivel normal poniendo las bombas en modo manual, la válvula de alimentación a caldera también en manual y utilizando la válvula de by-pass para llenar muy cuidadosamente la caldera.

Estas seguridades principales de la caldera obligan al operador a estar presente para reiniciarlas. En caso de perderse alguna protección, el operador deberá volver a rearmar localmente la caldera. Además de estas hay otras seguridades que no requieren de la presencia del operador en campo para rearmarlas.

- Mínima recirculación de las bombas de alimentación continua a caldera auxiliar.

Se dispone en la línea de impulsión de las bombas una válvula de alivio 0QLA10AA002 para que, en caso de cierre de la válvula de alimentación, la bomba pueda seguir trabajando con el mínimo caudal que requiere. Este pequeño caudal es conducido de nuevo al tanque de agua de alimentación por la línea 0QLA10BR003.

- Seguridad por alta presión en caldera.

Se dispone del presostato 0QHA20CP301, que para, el sistema de combustión cuando se supera 10 bar y hasta que la caldera vuelve a alcanzar el valor de disparo menos 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

HOJA 59 DE 114

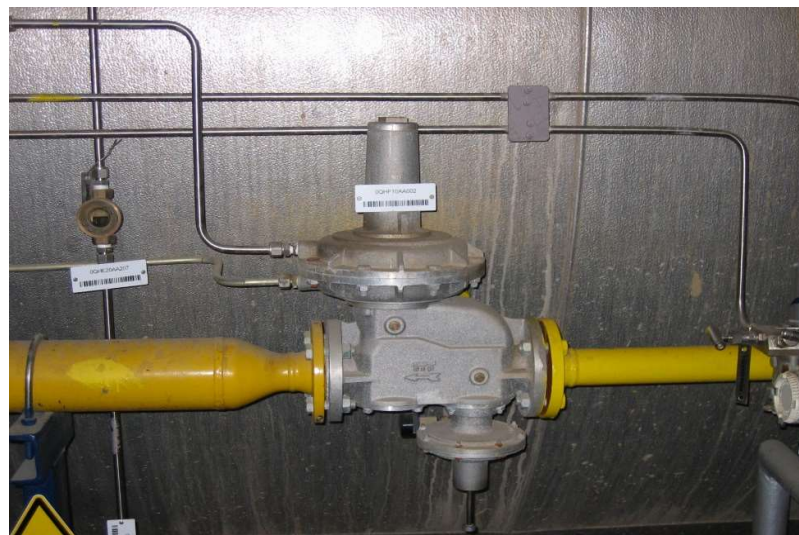
#### 4.2.4.13.1.4 Comprobaciones previas al arranque

- **COMPROBAR** en la ERM que esté alineado el gas desde la válvula neumática 0EKG30AA002 y comprobar presión en 0EKG30CP503. De no ser así alinear el gas.
- **COMPROBAR** que la válvula de corte manual de gas 0QHF10AA001, está abierta y si no, abrirla.



0QHF10AA001

- **ABRIR** la válvula de entrada de gas continua, la servoválvula 0QHF10AA002. Siempre se encuentra disparada, ya que cuando se queda sin presión de gas a la entrada se cierra por sí sola. Para abrirla será necesario abrir el pequeño by-pass que tiene detrás, de esta forma igualamos presiones a los dos lados. Para abrirla tiramos del tornillo inferior que se ve en la siguiente foto.



## HOJA 60 DE 114

- **COMPROBAR** que hay presión de gas y que está todo correctamente alineado. Abrir el venteo 0QHF10AA202, y comprobar en el manómetro 0QHF10CP502 que sigue manteniéndose la presión, con el venteo abierto. Si se ha inertizado la línea de gas dejar un rato venteando posibles restos de nitrógeno.



## Venteo y manómetro

- **VALORAR** si es necesario ventear la línea piloto de gas abriendo el venteo 0QHJ10AA201. Si se ha inertizado la línea de gas o se ha venteado, dejar un rato venteando posibles restos de nitrógeno o aire.



0QHJ10AA201

- **COMPROBAR** que no están pulsadas las setas de emergencia del cuadro de fuerza y de control.
- **COMPROBAR** que tienen tensión tanto el cuadro del PLC como el de fuerza. El primero tiene el interruptor en el lateral izquierdo y el segundo en el frontal. Actualmente la caldera se deja encendida para poder tener en control todas las señalizaciones.
- **COMPROBAR** que la caldera está en local mediante el selector que está junto a la pantalla del PLC.

HOJA 61 DE 114

- PULSAR el botón de marcha caldera, que está en el mismo armario frontal. Seguramente al pulsar este botón comenzará a sonar la alarma a la vez que aparecen diferentes alarmas en la pantalla del PLC y se enciende la luz de alarma general.
- PULSAR el botón de REARME RELOJ, ya que al estar la caldera en marcha dispararía el quemador en el momento de arrancarla si no se pulsa.
- RECONOCER las alarmas que nos salen en pantalla, aunque alguna volverá a salir mientras no se tenga alineado el gas y se llene la caldera a nivel de arranque.
- COMPROBAR con sala de control que una bomba de make-up está arrancada para poder llenar y mantener el nivel del tanque de alimentación de la caldera
- ABRIR los 2 venteos de la parte superior el 0QHE20AA208 y el 0QHE20AA209, a excepción de tratarse de un arranque con presión que se dejarán cerrados.



0QHE20AA208



0QHE20AA209

- ABRIR los 2 drenajes 0QHE20AA210 y el 0QHE20AA401.



0QHE20AA210



0QHE20AA401

- Hasta que no deje de salir agua por los drenajes no se podrá arrancar la caldera. Los venteos deberán estar abiertos hasta que comience a salir vapor por ellos, en ese momento se pueden cerrar.

HOJA 62 DE 114

- COMPROBAR que no sale agua por la válvula drenaje de la cámara de humos lado mar 0QHN20AA401.



- COMPROBAR si está preparado el producto químico para dosificar al tanque elevado. En caso de tener el depósito de dosificación vacío se prepara una disolución de Amoniaco, Carbohidracina y agua en la concentración que indique el departamento químico.



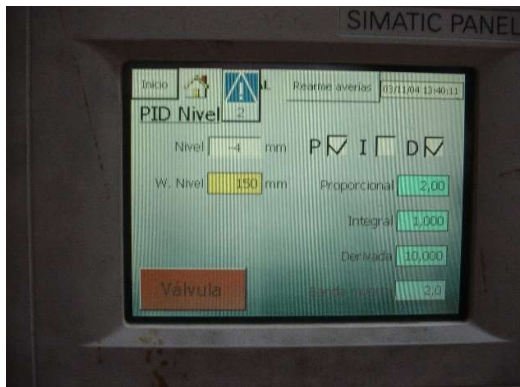
*Bomba dosificación caldera  
en marcha*

- COMPROBAR que está seleccionada la bomba 0QLA10AP402 (dosificación con caldera en marcha), en el selector de bombas de dosificación.
- COMPROBAR en la pantalla DEPÓSITO que está seleccionado el control en AUTO y con consigna de 1100.

HOJA 63 DE 114

- COMPROBAR en la pantalla DOSIFICACIÓN que está seleccionada la dosificación en AUTO.
- COMPROBAR nivel de caldera en el PLC. Nivel de arranque 180 mmca.
  - Si el nivel está por encima del nivel de arranque vaciar con la válvula de lodos. (vaciar con las válvulas de aislamiento de las bombas cerradas para que no se llene sola la caldera)
  - Si el nivel está por debajo, abrir las válvulas en la aspiración de las bombas de agua de alimentación y arrancar una de las bombas en manual.

SELECCIONAR automático la válvula de control de nivel de agua desde el PLC.



Válvula de control de nivel de la caldera auxiliar



## HOJA 64 DE 114

ARRANCAR en manual una de las bombas de agua y así agilizar el proceso de llenado.

PARAR la bomba y cerrar las válvulas de aspiración de las bombas con 180 mmca, para evitar que el nivel siga subiendo por vasos comunicantes. Interesa tener el nivel lo más bajo posible, ya que cuando se arranque la caldera, la hinchazón hará que el nivel suba mucho.

### 4.2.4.13.1.5 Arranque de la caldera auxiliar

- PANTALLA BOMBAS en MANUAL/PARADA y con la aspiración cerrada hasta que se logre como mínimo 2 bares de presión, después pasar a AUTO.
- PANTALLA VÁLVULA VAPOR en automático, de este modo lleva una apertura lenta y controlada, evitando que pegue golpe de ariete en la tubería.



VALV. VAPOR

- PANTALLA DEPOSITO válvula en automático, para llenado directamente desde la impulsión de las bombas de make-up, esta válvula tiene que estar siempre en automático, ya que así estamos seguros de que nunca nos quedamos sin agua para meter en la caldera.
- COMPROBAR que dentro de esta pantalla en DOSIFICACIÓN se encuentra la dosificación en AUTOMATICO. Es posible que la bomba de dosificación se encuentre descebada. Si es necesario se realiza el cebado en MANUAL/MARCHA y comprobamos que esté dosificando correctamente, posteriormente dejar la dosificación en AUTOMATICO.

HOJA 65 DE 114

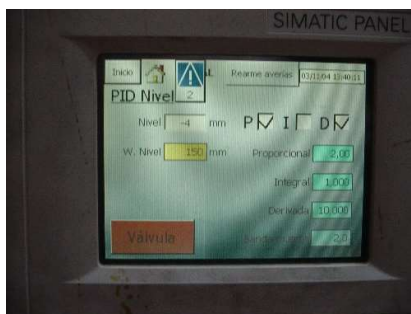


DEPÓSITO



DOSIFICACIÓN

- PANTALLA NIVEL seleccionamos la consigna de nivel, durante el arranque la pondremos en 180mm, para asegurarnos que la válvula mantiene ese nivel mínimo.
- COMPROBAR que dentro de esta pantalla en VALVULA también está la válvula de agua en AUTOMATICO. Esta válvula es conveniente tenerla siempre en automático para asegurar que las bombas no trabajen con la impulsión cerrada.



AMARILLO set point de nivel



VÁLVULA en AUTO

- PANTALLA LODOS COMPROBAR que la válvula está en MANUAL/CERRADA. Durante el arranque se puede usar para vaciar la caldera si sube demasiado el nivel. (Durante el arranque el nivel se debe mantener entre 180 y 230 mmca)



LODOS

HOJA 66 DE 114

- PANTALLA QUEMADOR CONFIRMAR que el quemador está en AUTOMATICO para poder seleccionar setpoint de presión de 9,5 bares.
- COMPROBAR dentro de esta pantalla que en PID PRESIÓN tenemos el set point de PRESIÓN en 9,5bares y el set point de PARADA en 9,7 bares.



QUEMADOR AUTO



AMARILLO set point presión

4.2.4.13.1.6 Arranque quemador

- CERRAR los drenajes cuando deje de salir agua por ellos
- PULSAR los botones REARME CLAXON, REARME LLAMA, REARME AVERIA QUEMADOR y REARME RELOJ, ya que al estar la caldera en marcha dispararía el quemador en el momento de arrancarla si no se pulsa.
- COMPROBAR que se ha apagado la luz de ALARMA GENERAL y se ha encendido la de SEGURIDADES CALDERA OK.
- PULSAR el botón 1 del controlador ETAMATIC para resetear alarmas y dejarlo en valores programados.
- ACCIONAR el selector del panel hacia la posición MARCHA CHEMADOR. La caldera comienza con el arranque.
- COMPROBAR el proceso de arranque en la pantalla del quemador. Estado AUTO K2.
  - Control de estanqueidad activado.
  - Actuadores van a punto máximo
  - Pre-barrido: cuenta atrás de 30 segundos.
  - Actuadores yendo a punto de encendido.
  - Encendido.
- COMPROBAR que se ha encendido el piloto de llama y si no hay ningún problema la caldera comenzara a consumir gas.

---

HOJA 67 DE 114

- COMPROBAR que la caldera comienza a consumir gas y se queda consumiendo un caudal cercano a  $100\text{m}^3/\text{h}$  implementado en la curva de arranque.



#### 4.2.4.13.1.7 Operación de caldera arrancada

- CERRAR los venteos cuando comience a salir vapor por ellos.
- Posiblemente al empezar a quemar gas el nivel de la caldera irá subiendo. Si se observa que sube mucho se puede regular esa subida mediante la purga de lodos, abriéndola, tanto tiempo como sea necesario. Cuando se recupere el nivel adecuado cerramos de nuevo la purga.
- Cuando comience a subir la presión, si se tiene el nivel controlado, se puede ir subiendo el set-point de nivel desde los 180 mmca de arranque a los 220 mmca de caldera en marcha. Abrir las aspiraciones de las bombas y dejar las bombas en automático, normalizadas para el resto del arranque.
- Cuando la presión alcanza los 9 bares el quemador suelta la curva de arranque y comienza a regular, en ese momento avisamos a control de que comenzamos a abrir la válvula de vapor, siempre en automático y MUY LENTAMENTE.
- En caso de que en pantalla la posición de la válvula de salida de vapor muestre ##### tenemos la válvula de vapor agarrotada, la ponemos en MANUAL en la pantalla y abrimos un pequeño porcentaje a mano con el volante (lo justo para escuchar algo de paso de vapor). La válvula se encuentra en la parte superior de la caldera. En cuanto la tengamos despegada hay que ponerla de nuevo en AUTOMATICO. Es muy importante que nunca

---

## HOJA 68 DE 114

- abramos desde la pantalla en manual esta válvula, ya que abriría de golpe y haría un golpe de ariete en la tubería.
- En cuanto la presión de vapor se acerque a los 9,5 bares el quemador irá regulando la combustión para no presurizar la caldera.
  - REPASAR por las pantallas para comprobar que todo está en automático
  - PULSAR el botón REARME RELOJ (mantener pulsado un par de segundos para asegurar su actuación) que está en el panel frontal. Este botón es una seguridad de la caldera, si no se pulsa cada dos horas, la caldera dispara. Al pulsar este botón se enviará una señal a sala de control que reinicia el contador implementado en el DCS. Este contador del DCS tiene implementada una alarma acústica y visual en la pantalla de sala de control al de 110 minutos. Verificar con Sala de Control que se ha efectuado el reseteo correctamente y que se ha reiniciado el contador.

### **4.2.4.13.2 Puesta en servicio vapor de sellos (y crear vacío)**

Una vez cumplidas las condiciones iniciales indicadas en el punto anterior y con 150 °C y 9,5 bar en la entrada a la válvula de sellos, se darán los siguientes pasos.

#### ARRANQUE DEL SISTEMA DE VACÍO

1. CERRAR válvula Rompedora de Vacío.
2. ARRANCAR el extractor del Condensador de Sellos.
3. VERIFICAR correcto funcionamiento revisando la presión de vacío en el transmisor de presión del Condensador de Sellos. El valor irá creciendo hasta estabilizarse cuando se haya terminado de meter vapor de sellos. Si se mantiene en cero o valores negativos sería indicativo de que el equipo no está funcionando correctamente. Estando con vacío y la Turbina de Vapor parada, la medida debe estabilizarse, según la experiencia, en valores no inferiores a 250 mmH<sub>2</sub>O.
4. ARRANCAR las dos bombas de vacío según la siguiente secuencia para cada bomba:
  - 4.1. VERIFICAR posición CERRADA de la válvula manual de aspiración desde el condensador (0MAJ30/40AA001).
  - 4.2. ARRANCAR la bomba de recirculación de sello (0MAJ30/40AP001).
  - 4.3. ARRANCAR la bomba de vacío (0MAJ30/40AN001).
  - 4.4. Pasados 10 minutos en los que el nivel del depósito de reposición del sello mantenga el nivel, se puede abrir un diente la válvula de aspiración (0MAJ30/40AA001).

---

HOJA 69 DE 114

### APORTE DE VAPOR DE SELLOS

Pasados unos minutos si las bombas de vacío no han dado problemas y se ve que la tendencia de presión en el condensador es descendente, se debe comenzar a suministrar vapor de sellos.

#### 5. IR A PANTALLA “AUX” → “STEAM SEAL”.

5.1. PULSAR → SSC MAN

5.2. PULSAR → SSC ON

5.3. PULSAR → MAN INC

Se va abriendo la válvula en pasos del 5% aproximadamente y se va controlando que vaya subiendo la temperatura. La presión no se moverá hasta alcanzar el 65% de apertura aproximadamente.

5.4. ESPERAR a condiciones de vapor de unos 0,20 bar / 135 °C.

5.5. PULSAR → SSC AUTO

5.6. PULSAR → AUTO SP e indicar los 0,24 bar de presión que se quiere mantener.

La temperatura que debemos alcanzar es de 170 °C.

6. CERRAR el venteo del colector auxiliar 0LBG30AA501 o el 0LBG40AA402 según el método elegido en el punto “Condiciones Óptimas del Vapor de Sellos”, si no se había realizado previamente.

7. CERRAR la válvula 0LBC10AA051.

8. CERRAR la válvula 0LBC10AA002.

9. CERRAR la válvula 0LBC10AA003.

### AJUSTE FINAL BOMBAS DE VACÍO

Una vez normalizados los sellos de vapor, se debe normalizar la operación/arranque de las bombas de vacío, abriendo completamente la válvula de aspiración de las bombas.

Llegado a este momento la turbina de vapor se encontrará sellada y en aproximadamente 1 hora se conseguirá una vacío en el condensador de 100mbara.

#### **4.2.4.14 Puesta en servicio de las válvulas de by-pass**

El sistema de bypass permite, al independizar las calderas de recuperación de la turbina, obtener rápidamente, las condiciones de presión y temperatura del vapor principal y del vapor recalentado caliente, así como el vapor de baja presión, requeridas por la turbina para la fase de arranque, en tiempos mínimos.

## HOJA 70 DE 114

En el proceso de rechazo de carga o disparo se produce un exceso de vapor que incrementa la presión en las calderas de recuperación y en las líneas de vapor. En este caso, el control del bypass pasa a controlar la presión del vapor principal y recalentado caliente eliminando el exceso de vapor al condensador hasta que la turbina y las calderas de recuperación se acoplen a la nueva situación de carga. Evitando que se produzcan disparos de caldera o que existan actuaciones de las válvulas de seguridad de las líneas de vapor.

### Unidades hidráulicas

En el sistema de bypass dispone de dos Unidades de Suministro Hidráulico – HSU independientes a unos 140 bar. La 0LBA15HB051 para la actuación de las válvulas de bypass de alta presión (incluidas sus respectivas válvulas de atemperación) y la 0MAN20/30HB051 para la actuación de las válvulas de bypass de media y baja presión (incluidas las válvulas de atemperación). En caso de pérdida de suministro eléctrico y que las bombas paren, los acumuladores son capaces de realizar por sí solos una apertura y un cierre de todas las válvulas que alimentan.



### Mando de los motores del HSU

Para el control de los motores del HSU existen dos paneles: uno situado en el propio cuadro eléctrico de la HSU y otro situado en el PLC.

- En el cuadro del PLC tenemos capacidad de decidir cómo se quieren actuar los motores del HSU mediante un selector MAN-0-AUTO, y además tenemos señalización de alarmas

---

HOJA 71 DE 114

- y estados. También existen dos pulsadores uno para restablecer alarmas y otro para prueba de lámparas. Su posición de operación normal es en AUTO.
- En el cuadro de mando del HSU tenemos para cada equipo un selector con llave OFF-ON para poner en funcionamiento o parar y un selector AUTO-ON para que las bombas funcionen en automático o permanentemente. Su posición de operación normal es en AUTO.

#### **4.2.4.14.1 Mando y modos de funcionamiento de las válvulas de bypass AP desde DCS**

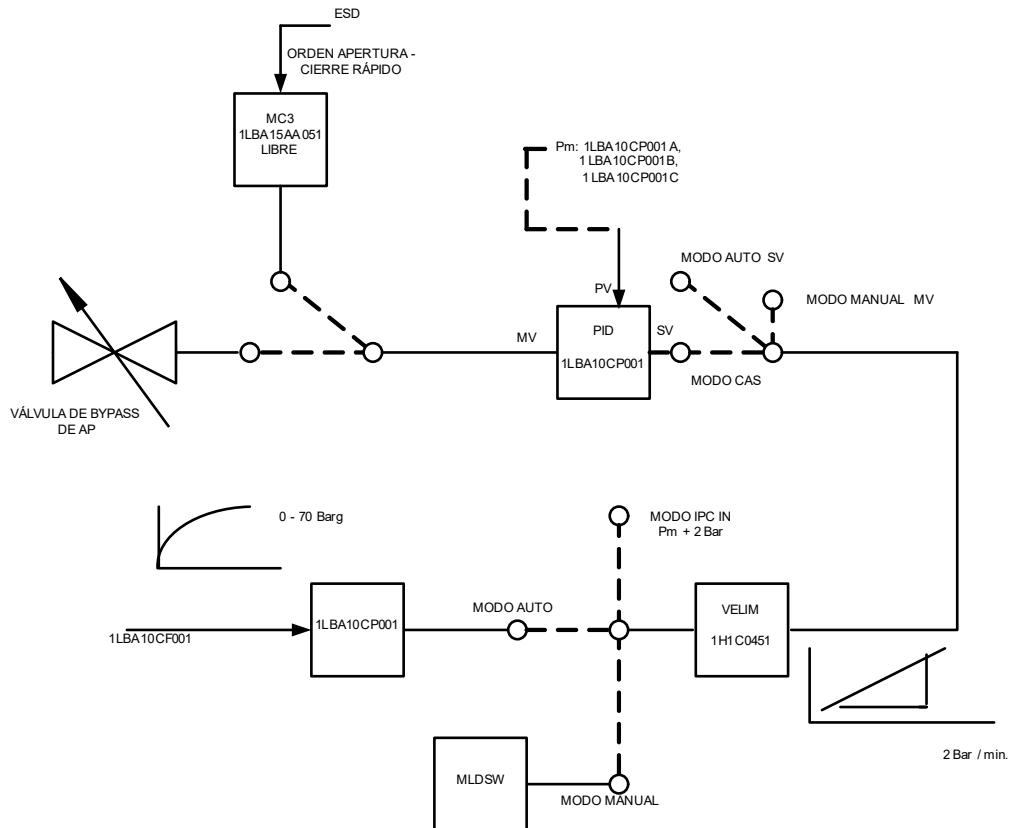
Para estas válvulas existen cuatro selectores, dependiendo del estado en la operación de la central se deberán seleccionar los modos adecuados, los selectores y sus posibles selecciones de funcionamiento son los siguientes:

- Selector asociado a las válvulas MAN-AUT (1/2LBA15AA051).
- Selector asociado al PID MAN-CAS-AUT (1/2LBA10CP001).
- Selector asociado a la curva de arranque de caldera MAN-AUT (1/2HIC0451).
- Modo IPC: mantendrá la presión 2 bar por encima de la presión de línea para evitar la apertura del bypass de MP. Cada variación de presión en la línea modifica su valor, con una velocidad de 2 bar/minuto, para mantenerse 2 bar por encima de la línea.

A continuación, se adjunta un esquema del lazo de control particularizado para caldera 1:



HOJA 72 DE 114



Además de esta lógica de trabajo, existe otra lógica independiente relacionada con la temperatura existente aguas abajo de ellas:

El DCS envía una señal de cierre en caso de que la temperatura que miden los transmisores 1/2LBC20CT001 alcance su valor HH. Este control es debido a que se ha de proteger la tubería de Recalentado Frío frente a posibles fallos en la válvula de atemperación cuando el bypass de AP está en funcionamiento, ya que el vapor de AP circula a unos 560 °C y las tuberías de Recalentado Frío están diseñadas para su temperatura habitual de trabajo, unos 350°C y con un máximo admisible de 426 °C.

---

HOJA 73 DE 114

#### 4.2.4.14.1.1 Selector válvulas MAN-AUT

Este selector está situado en la carátula de control de las válvulas y dan la opción de colocar el funcionamiento de las válvulas en MAN-AUT.

##### 1. Modo MAN

Se habilitan los botones de la carátula ABRIR-CERRAR, que provocan una apertura o un cierre rápido con enclavamiento en la posición deseada, hasta que no se pulse el botón de libre. En ese momento las válvulas irán a la posición que corresponda según el PID.

##### 2. Modo AUT

En modo AUT y LIBRE la válvula estará regulando según el PID, quedando de respaldo como protección en los siguientes casos:

- Disparo de turbina de vapor: Apertura rápida hasta el 60 % y tras llegar a este valor regula según consigna del PID.
- Rechazo de Carga de turbina de vapor: Apertura rápida hasta el 60 % y tras llegar a este valor regula según consigna del PID.
- Muy alta temperatura en el vapor recalentado frío, con un retardo de 500 segundos: Cierre rápido válvulas de bypass de AP.
- Muy alta presión en el condensador: Cierre rápido válvulas de bypass.
- La acción de Cierre es predominante respecto de la acción de Apertura

En caso de que el selector de la válvula este en MAN, también se lleva a cabo las aperturas y cierres por protecciones.

#### 4.2.4.14.1.2 Selector asociado al PID

Se encuentra junto a las válvulas con fondo en amarillo.

##### 1. Modo MAN

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor MV fijado.

##### 2. Modo CAS

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor SV fijado, limitando el gradiente de aumento de presión. La entrada de valores al PID se da:

- En el bloque 1/2HIC0451 manualmente si no se está en modo IPC.
- En modo IPC: Este modo mantendrá la presión 2 bar por encima de la presión de línea para evitar la apertura del bypass de AP.

---

HOJA 74 DE 114

- Se habilita si se selecciona si una de las válvulas de corte de vapor 1/2LBA10AA003 pisa el final de carrera de abierto y además se da una de las siguientes condiciones:
  - Se pulsa el botón de IPC IN de la pantalla del MKV de la Turbina de Vapor “Control/Unit control”.
  - Se pulsa el botón del bypass correspondiente 1/2PY0457SB de la pantalla del DCS “Sistema Vapor/Vapor AP”.
- Se deshabilita bien por uno de los automatismos:
  - Al pulsar IPC OUT de la pantalla del MKV de la Turbina de Vapor “Control/Unit control”.
  - Por Rechazo de Carga de la Turbina de Vapor (apertura rápida)
  - Por Disparo de la Turbina de Vapor (apertura rápida)
  - Muy alta presión en el Condensador (cierre rápido)
  - Muy alta temperatura en el vapor recalentado frío (cierre rápido)
  - Al pulsar el botón 1/2PY0457SB de la pantalla del DCS “Sistema Vapor/Vapor AP”.
  - Al perder el final de carrera de abierto de la correspondiente válvula de corte de vapor de MP 1/2LBA10AA003.

### 3. Modo AUT

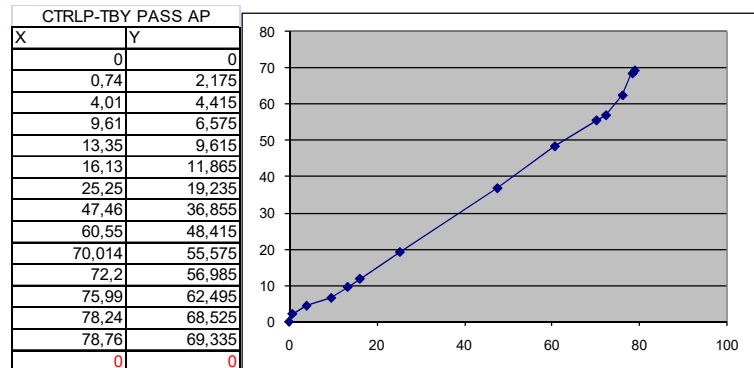
Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor de SV, sin limitación de gradiente de aumento de presión.

#### 4.2.4.14.1.3 Selector de curva de arranque de caldera

Se encuentra junto a las válvulas, desplegándose pulsando “CURVA SV OFF” ó “CURVA SV ON”.

La curva de arranque de caldera es una curva caudal-presión definida por el fabricante de la caldera y programada en el DCS en forma de pares de puntos. El caudal en el eje X medido por los transmisores 1/2LBFA10CF001 da una salida de presión al control (eje Y):

HOJA 75 DE 114



### 1. Modo MAN

En este modo con válvula en AUT la válvula seguirá la consigna del PID.

### 2. Modo AUT

En este modo con válvula en AUT la válvula seguirá la consigna del PID, que vendrá fijada por la curva de arranque de caldera. Asociando un valor de presión en función del caudal de vapor. Seleccionar para el bypass correspondiente, el modo AUTO al llegar a Full Speed No Load en un arranque.

#### 4.2.4.14.2 Mando y modos de funcionamiento de las válvulas de bypass MP desde DCS.

Para estas válvulas existen cuatro selectores, dependiendo del estado en la operación de la central se deberán seleccionar los modos adecuados, los selectores y sus posibles selecciones de funcionamiento son los siguientes:

- Selector asociado a las válvulas MAN-AUT (1/2MAN20AA051).
- Selector asociado al PID MAN-CAS-AUT (1/2LBB10CP001).
- Selector asociado a la curva de arranque de caldera MAN-AUT (1/2HIC0491).
- Modo IPC: mantendrá la presión 2 bar por encima de la presión de línea para evitar la apertura del bypass de MP. Cada variación de presión en la línea modifica su valor, con una velocidad de 2 bar/minuto, para mantenerse 2 bar por encima de la línea.

A continuación, se desarrolla el funcionamiento de los distintos selectores.

##### 4.2.4.14.2.1 Selector válvulas MAN-AUT

Este selector está situado en la carátula de control de las válvulas y dan la opción de colocar el funcionamiento de las válvulas en MAN-AUT.

---

HOJA 76 DE 114

### 1. Modo MAN

Se habilitan los botones de la carátula ABRIR-CERRAR, que provocan una apertura o un cierre rápido con enclavamiento en la posición deseada, hasta que no se pulse el botón de libre. En ese momento las válvulas irán a la posición que corresponda según el PID.

### 2. Modo AUT

En modo AUT y LIBRE la válvula estará regulando según el PID, quedando de respaldo como protección en los siguientes casos:

- Disparo de Turbina de Vapor: Apertura rápida hasta el 60 % y tras llegar a este valor regula según consigna del PID.
- Rechazo de Carga de Turbina de Vapor: Apertura rápida hasta el 60 % y tras llegar a este valor regula según consigna del PID.
- Muy alta presión en el Condensador: Cierre rápido válvulas de bypass.
- La acción de Cierre es predominante respecto de la acción de Apertura

En caso de que el selector de la válvula este en MAN, también se lleva a cabo las aperturas y cierres por protecciones.

#### 4.2.4.14.2.2 Selector asociado al PID

Se encuentra junto a las válvulas con fondo en amarillo.

### 1. Modo MAN

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor MV fijado.

### 2. Modo CAS

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor SV fijado, limitando el gradiente de aumento de presión. La entrada de valores al PID se da:

- En el bloque 1/2HIC0491 manualmente si no se está en modo IPC.
- En modo IPC: Este modo mantendrá la presión 2 bar por encima de la presión de línea para evitar la apertura del bypass de MP.
  - Se habilita si se selecciona si una de las válvulas de corte de vapor 1/2LBB20AA001 pisa el final de carrera de abierto y además se da una de las siguientes condiciones:
    - Se pulsa el botón de IPC IN de la pantalla del MKV de la Turbina de Vapor "Control/Unit control".

HOJA 77 DE 114

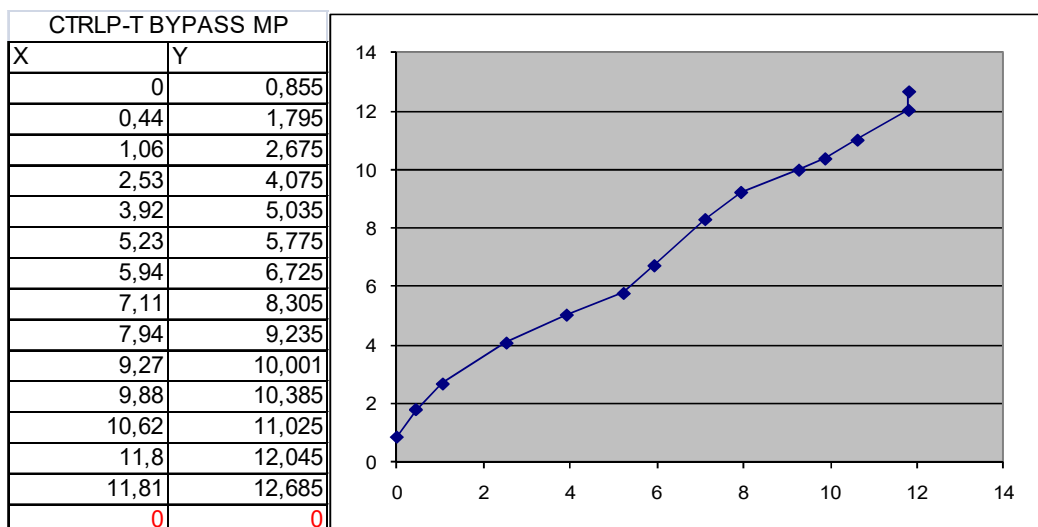
- Se pulsa el botón del bypass correspondiente 1/2PY0497SB de la pantalla del DCS “BOP/Condensador”.
  - Se deshabilita bien por uno de los automatismos:
    - Al pulsar IPC OUT de la pantalla del MKV de la Turbina de Vapor “Control/Unit control”.
    - Por Rechazo de Carga de la Turbina de Vapor (apertura rápida)
    - Por Disparo de la Turbina de Vapor (apertura rápida)
    - Muy alta presión en el Condensador (cierre rápido)
    - Al pulsar el botón 1/2PY0497SB de la pantalla del DCS “BOP/Condensador”.
    - Al perder el final de carrera de abierto de la correspondiente válvula de corte de vapor de MP 1/2LBB20AA001.

### 3. Modo AUT

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor de SV, sin limitación de gradiente de aumento de presión. NO USAR.

#### 4.2.4.14.2.3 Selector de curva de arranque de caldera

Se encuentra junto a las válvulas, desplegándose pulsando “CURVA SV OFF” ó “CURVA SV ON”. La curva de arranque de caldera es una curva caudal-presión definida por el fabricante de la caldera y programada en el DCS en forma de pares de puntos. El caudal en el eje X medido por los transmisores 1/2HAH60CF001 da una salida de presión al control (eje Y):



---

HOJA 78 DE 114

### **1. Modo MAN**

En este modo con válvula en AUT la válvula seguirá la consigna del PID.

### **2. Modo AUT**

En este modo con válvula en AUT la válvula seguirá la consigna del PID, que vendrá fijada por la curva de arranque de caldera. Asociando un valor de presión en función del caudal de vapor. Seleccionar para el bypass correspondiente, el modo AUTO al llegar a Full Speed No Load en un arranque.

#### ***4.2.4.14.3 Mando y modos de funcionamiento de las válvulas de bypass BP desde DCS***

Para estas válvulas existen cuatro selectores, dependiendo del estado en la operación de la central se deberán seleccionar los modos adecuados, los selectores y sus posibles selecciones de funcionamiento son los siguientes:

- Selector asociado a las válvulas MAN-AUT (0MAN30AA051).
- Selector asociado al PID MAN-CAS-AUT (0PIC0561).
- Selector asociado a la curva de arranque de caldera MAN-AUT (0HIC0561).
- Modo IPC (botón 0PY0567SB): mantendrá la presión 0,2 bar por encima de la presión de línea para evitar la apertura del bypass de BP. Cada variación de presión en la línea modifica su valor, con una velocidad de 0,2 bar/minuto, para mantenerse 0,2 bar por encima de la línea.

A continuación, se desarrolla el funcionamiento de los distintos selectores.

##### 4.2.4.14.3.1 Selector válvulas MAN-AUT

Este selector está situado en la carátula de control de las válvulas y dan la opción de colocar el funcionamiento de las válvulas en MAN-AUT.

### **1. Modo MAN**

Se habilitan los botones de la carátula ABRIR-CERRAR, que provocan una apertura o un cierre rápido con enclavamiento en la posición deseada, hasta que no se pulse el botón de libre. En ese momento las válvulas irán a la posición que corresponda según el PID.

### **2. Modo AUT**

En modo AUT y LIBRE la válvula estará regulando según el PID, quedando de respaldo como protección en los siguientes casos:

---

HOJA 79 DE 114

- Muy alta presión en el condensador: Cierre rápido válvulas de bypass.
- Disparo de la Turbina de vapor: se deshabilita el IPC y el PID queda con un setpoint de presión igual al valor de medido por el transmisor 0LBA30CP001.
- Rechazo de carga de la Turbina de vapor: se deshabilita el IPC y el PID queda con un setpoint de presión igual al valor de medido por el transmisor 0MAN30CT001.

En caso de que el selector de la válvula este en MAN, también se lleva a cabo las aperturas y cierres por protecciones.

#### 4.2.4.14.3.2 Selector asociado al PID

Se encuentra junto a las válvulas con fondo en amarillo.

##### **1. Modo MAN**

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor MV fijado.

##### **2. Modo CAS**

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor SV fijado, limitando el gradiente de aumento de presión. La entrada de valores al PID se da:

- En el bloque 0HIC561 manualmente si no se está en modo IPC.
- En modo IPC: Este modo mantendrá la presión 0,2 bar por encima de la presión de línea para evitar la apertura del bypass de BP.
  - Se habilita si al menos una de las válvulas de corte de vapor de BP 1/2LBA30AA001 y además se pulsa el botón 0PY0567SB.
  - Se deshabilita bien por uno de los automatismos descritos a continuación:
    - Pulsando el botón 0PY0567SB
    - Pulsando el botón IPC OUT de la pantalla del MKV de la Turbina de Vapor "Control/Unit control".
    - Al perder el final de carrera de abierto de alguna de las válvulas de corte de vapor de BP 1/2LBA30AA001.
    - Muy alta presión del Condensador (cierre rápido).
    - Rechazo de carga de la Turbina de Vapor (se mantiene con el setpoint de presión de la línea).
    - Disparo de la Turbina de Vapor (se mantiene con el setpoint de presión de la línea).



HOJA 80 DE 114

- En caso de que la ASV de TV pierda el final de carrera de abierto (**S1:L33ASV\_O = 0**) o que la ACV de TV tenga una apertura menor del 2% (**ACV\_POS < 2%**). Estas medidas son para facilitar la apertura del bypass de BP en caso de un cierre de la ASV o la ACV y así ayudar a no disparar la planta, manteniendo la turbina de vapor con BP bypassado.

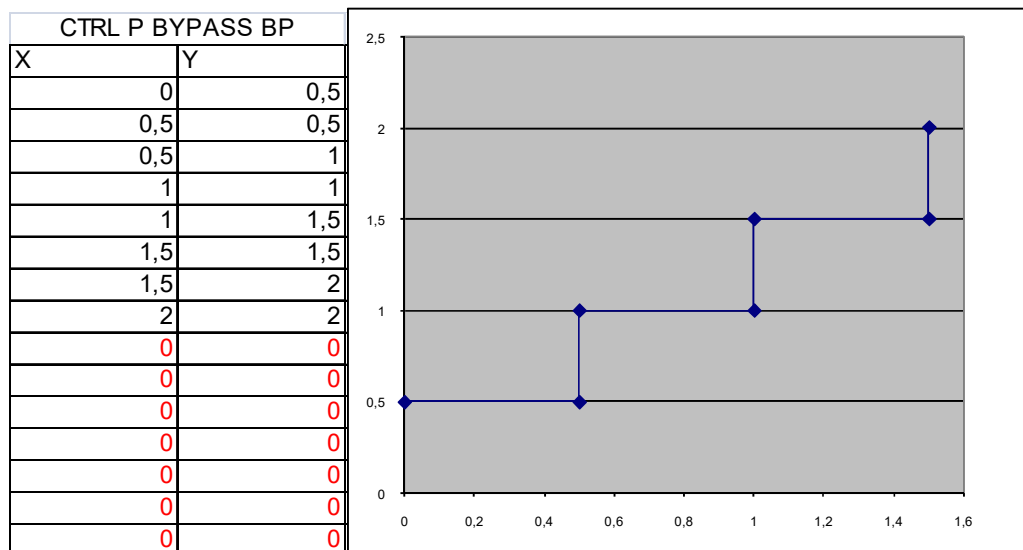
### 3. Modo AUT

Estando la válvula en AUT se posicionará según el valor de SV, sin limitación de gradiente de aumento de presión. NO USAR.

#### 4.2.4.14.3.3 Selector de curva de arranque de caldera.

Se encuentra junto a las válvulas, desplegándose pulsando “CURVA SV OFF” ó “CURVA SV ON”. Esta utilidad no se está usando (normalmente) en la operación.

La curva de arranque es diferente a los demás casos, en este caso es una curva presión-presión definida por el fabricante de la caldera y programada en el DCS en forma de pares de puntos. La presión entra en el eje X medido por el transmisor 0LBA30CP001 da una salida de presión al control (eje Y) para el PID:



### 1. Modo MAN

En este modo con válvula en AUT la válvula seguirá la consigna del PID.

---

HOJA 81 DE 114

## 2. Modo AUT

En este modo con válvula en AUT la válvula seguirá la consigna del PID, que vendrá fijada por la curva de arranque de caldera. Asociando un valor de presión en función del caudal de vapor.

### **4.2.4.14.4 Mando y modos funcionamiento de válvulas atemperación válvulas de bypass**

#### 4.2.4.14.4.1 Válvulas de atemperación de las válvulas de bypass de AP

Las válvulas de atemperación de AP tienen dos selectores:

1. Selector de la válvula MAN-AUT.
  - Modo MAN. En este modo se habilita la opción de cierre rápido mediante el botón CIERRE, que será con enclavamiento hasta que no se pulse el botón LIBRE.
  - Modo AUT. En este modo la válvula seguirá la consigna del PID y realizará un cierre cuando no tengamos vapor circulando por el bypass.
2. Selector del PID MAN-AUT.
  - Modo MAN. En este modo se fija el valor de la posición de la válvula MV.
  - Modo AUT. En este modo con válvula de atemperación en AUT, la posición de la válvula vendrá dado por el valor SV.

#### 4.2.4.14.4.2 Válvulas de atemperación de las válvulas de bypass de MP y BP

Las válvulas de atemperación de MP y BP tienen dos selectores:

1. Selector de la válvula MAN-AUT.
  - Modo MAN. En este modo se habilita la opción de cierre rápido mediante el botón CIERRE, que será con enclavamiento hasta que no se pulse el botón LIBRE.
  - Modo AUT. En este modo la válvula seguirá la consigna del PID.
2. Selector del PID MAN-CAS.
  - Modo MAN. En este modo se fija el valor de la posición de la válvula MV.
  - Modo CAS. En este modo con válvula de atemperación en AUT, la posición de la válvula vendrá dado por el PID según el cálculo entálpico para conseguir la temperatura de consigna en el condensador.

### 4.3 ARRANQUE DE AUXILIARES DE LA TURBINA DE GAS

La turbina de gas chequea una serie de puntos de todo el conjunto de transmisores de presión, temperatura, presostatos, termostatos, válvulas motorizas, neumáticas, hidráulicas, etc. para poder permitir un arranque. Si alguno de estos elementos está en un estado que no corresponde con el definido como correcto, no es posible arrancar la turbina, quedando esta sin resetear por mantener activado L4.

Estos son los permisos que se deben de cumplir para poder arrancar la turbina de gas:



#### Start Check 0

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
L86HD	HYDRAULIC PROTECTIVE TROUBLE
L26QN	LUBE OIL TANK TEMP - NORMAL
L52GX	GENERATOR BREAKER NOT CLOSED
L28FDSC	FLAME DETECTOR TROUBLE
L43O	CONTROL MODE = OFF
L3STCK1_A	START CHECK LOGIC 1 SIGNAL A
L3STCK1_B	START CHECK LOGIC 1 SIGNAL B
L3SUICTCK	SERVO NO SUICIDE START CHECK

---

HOJA 83 DE 114

**L86TCI:** Comprueba las medidas de los transmisores de temperatura de entrada CT-1F-1A, CT-1F-1B, CT-1F-2A. Se activa si hay una discrepancia superior a 10°F.

**L3IGVFLT:** Pérdida de la posición de los IGV: Si durante 5 segundos el feedback de la posición es menor que 20,5 ° o si es mayor de 30° (para este segundo caso si no se está haciendo lavado OFF-LINE).

**L3CP:** Permisivo de cliente. Enviado por el DCS. En esta señal se ha añadido el estado del dámper (ABIERTO) como permisivo de arranque.

**L3SENS\_F:** Comprueba los sensores CPD, FPG2 y CTIM no estén en alarma. Ante un fallo de uno de ellos activa L3SENSX\_F y si esta permanece más de 3 segundos se activa la L3SENS\_F que inhabilita el arranque.

**L30CC:** Comprueba que en el sistema contraincendios de CO2 esté correcto. Si hay una alguna alarma no habría permisivo de arranque.

**L3SFLTCC:** Comprueba el estado de las comunicaciones.

- All IO Packs Communicating
- All Controllers In Controlling State
- All Controller State Heartbeats OK

**L3STCK0\_A:** Fuel gas start up permissive

**Comprueba** posición correcta de las válvulas VS4-4 y VA13-18 del sistema de gas. Si hay alguna en una posición errónea no daría permisivo de arranque.

**L3STCK0\_C:** Esta señal siempre está a TRUE.

**L3STCK0\_D:** Esta señal siempre está a TRUE.

**L33TQCI:** Esta señal siempre está a TRUE.

HOJA 84 DE 114

**L27BN o L27BZ:** Se debe de detectar tensión aguas abajo del interruptor de generación en el sistema de 15KV. Son los relés de mínima tensión 27BS-1 y 27BS-2 que se encuentran en barras de 15 KV, entre el interruptor de generación y el trafo de 400KV. Se encuentran en el documento Generator Protection and Turbine Auxiliares 359B3514 en las hojas 3F y 12.

Start Check 1

SEÑAL	DESCRIPCIÓN
L86HD	HYDRAULIC PROTECTIVE TROUBLE
L26QN	LUBE OIL TANK TEMP - NORMAL
L52GX	GENERATOR BREAKER NOT CLOSED
L28FDSCK	FLAME DETECTOR TROUBLE
L43O	CONTROL MODE = OFF
L3STCK1_A	START CHECK LOGIC 1 SIGNAL A
L3STCK1_B	START CHECK LOGIC 1 SIGNAL B
L3SUICSTCK	SERVO NO SUICIDE START CHECK

**L86HD:** Se comprueba que haya baja presión de aceite de disparo con la turbina parada en los switches de disparo: 63HG-1/2/3 y 63HL-1/2/3. El objetivo es verificar que los switches indican disparo sin presión de aceite.

**L52GX:** Interruptor de generación ha de estar abierto.

**L26QN:** La temperatura del tanque de aceite debe estar por encima de 15,5 - 13,3°C según el switch 26QN-1.

**L28FDSCK:** No se debe de haber detectado llama en ninguno de los 4 detectores de llama.

**L43O:** Se tiene que tener deseleccionado el Modo de Control OFF de la TG.

**L3STCK1\_A:** Esta señal está siempre a true.

**L3STCK1\_B:** Esta señal está siempre a true.

**L3SUICSTCK:** Comprueba que los servos de las válvulas IGV, GCV2, GCV3, GCV4 y SRV estén operativos. Si hay algún fallo no habría permisivo de arranque.

---

HOJA 85 DE 114

**L30EX\_SS:** Esta señal aparece en la pantalla de start check, pero realmente en la lógica no se utiliza en el bloque L3STCK1

Start Check 2

**L4Y:** Turbina reseteada

**L86MP:** Que no esté en disparo de protección.

**L3BHSTCK:** El error en valor absoluto de la posición de la válvula 96TH-1 y su orden 65EP-3 no debe de ser superior al 10% con un retardo de 15 seg. También se debe de cumplir que:

- no se tenga error en la medida de presión atmosférica AFPAP porque se ha ido al máximo esperado (32,450 in HG = 1098,88 mbar).
- estando la TG a 2850 rpm o más, el error en valor absoluto de la posición de la válvula 96TH-1 y su orden 65EP-3 no debe de ser superior al 10% y al 15% con un retardo de 15 seg. Realiza las dos comparaciones, por un lado, la del 10% y por otro la del 15% y se deben de dar las dos. Como es lógico si el error es superior al 15%, también se cumplirá la del 10%. Parece ser una doble comprobación de que hay un error.
- la diferencia entre el CPR medido (teniendo en cuenta su banda muerta de 0,25prs\_R) y su valor máximo calculado (según MKV1e), no sea superior al error permitido (-0,35prs\_R). *Las unidades de presión prs\_R indican que en vez de presión "absoluta" es un ratio de presión (de ahí la R). CPR es la presión relativa en la descarga CPD respecto de la presión atmosférica 0,4912 lb/in<sup>2</sup> = 1047mbar.*

**L86CBI:** Que las Bleed Valves estén abiertas pisando final de carrera de abierto 33CB-1/2/3/4. No se cumpliría el permisivo en caso de que se pisen simultáneamente los finales de carrera de abierto L33CB1/2/3/4O y cerrado L33CB5/6/7/8C

**L3SS\_RS:** Indica que el LCI está activo.

**L3STCK\_HGEN:** Presión en el generador mayor de 1,03 bar, que no esté la bomba de emergencia de sellos en marcha y que los tres selectores de estado de la cabina del analizador de H2 han de estar en posición normal.

HOJA 86 DE 114

Start Check 3

SEÑAL	DESCREIPCIÓN
L39VD3	VIBRATION STARTUP INHIBIT
L4T	LOSS OF MASTER PROTECTIVE
L14HM	HP SPEED -MINMIMUN FIRING SPEED
L30COM_EXFLT	EXCITER TO MKVI COMMUNICATION FAULT
L3EX_RS	EXCITER READY TO START
L30COM_L1FLT	EGD LINK TO THE LS2100 FAULT
L30COM_L2FLT	EGD LINK TO THE LS2100 FAULT

**L39VD3:** El número de detectores en fallo o deshabilitados por cada grupo es mayor que la mitad de sensores más uno:

- Para el grupo de sensores de turbina se inhibirá el arranque si tres de los cuatro sensores están en fallo o deshabilitados.
- Para el grupo de sensores del generador se inhibirá el arranque si dos de los tres sensores están en fallo o deshabilitados.

**L4T:** Señal de disparo L4T no activada

**L14HM:** Velocidad por debajo del 13,5% (405rpm)

**L30COM\_EXFLT:** Esta señal inhabilita el arranque si hay un fallo de comunicaciones con el EX2100.

**L3EX\_RS:** Esta señal indica que está la excitación lista para el arranque. Tiene que estar a true.

**L30COM\_L1FLT o L30COM\_L2FLT:** Estas señales indican fallo de comunicación con el LS2100. Son redundantes. Es decir que teniendo una línea bien tendríamos el permisivo

Start Check 4

SEÑAL	DESCREIPCIÓN
L1PSTCKC	COMMAND PRESTART
L3GPSTCK	DLN GAS PURGE
L3HGSTCK	HAZ GAS MONITOR

**L1PSTCKC:** Esta señal se habilita cuando se ha pulsado el botón de prestart check y los chequeos que realiza son correctos.

Al pulsar el botón pre start check comprueba:

- Que no esté en modo off (L430).
- Que no esté en marcha la turbina (L2TVZ).

---

HOJA 87 DE 114

- Que no tenga orden de parada (L1STOP)
- Que no haya fallado el test de válvulas de purga (L3PGVTFAIL) y que esté realizado (L1PSTCK).
- Que no esté detectando llama (L28FDX).
- Que no se haya abortado el test de las válvulas de purga de gas (L20PGVTE).

**L3GPSTCK:** Esta señal se activa cuando se hace el test de las válvulas de purgas y lo realiza en los tiempos establecidos.

Para tener este permisivo tienen que abrir las válvulas VA13-3 y VA13-4 entre 30 y 35 sg y cerrar en menos de 4 sg. Si no lo hace en estos tiempos no pasa la prueba y no se habilita la señal para tener los permisivos del L3STCK4.

**L3HGSTCK:** Esta señal comprueba que no esté ningún sensor de gas e hidrógeno en nivel de alarma. Si hay uno en alarma no cumpliría el permisivo

#### **4.3.1 Puesta en servicio del subsistema contra incendios.**

Cada unidad de turbina de gas dispone de su propio sistema de protección contra incendios, formado por un tanque de almacenamiento de CO<sub>2</sub>, por sistema de distribución a los módulos y compartimentos y por una instrumentación de detección de alta temperatura (señal de fuego tarada a 315.6 °C) estructurada por zonas.

En cada una de las zonas se encuentran dos detectores, de manera que para producirse la descarga en esa zona se debe detectar alta temperatura en los dos detectores. La descarga del CO<sub>2</sub> se realiza sólo en la zona donde se ha detectado la alarma.

Los requisitos previos para la puesta en marcha del subsistema son los siguientes:

- La válvula principal de aislamiento de salida de CO<sub>2</sub> del tanque de almacenamiento se debe encontrar abierta y enclavada (observar el indicador de la válvula).
- Los pulsadores manuales de descarga están reseteados.
- La válvula de aislamiento de la línea piloto debe estar abierta.
- El panel de control el subsistema debe estar energizado.
- El nivel de CO<sub>2</sub> del tanque debe ser superior al 50%.
- No se detectan alarmas del subsistema en el MARK V.



---

HOJA 88 DE 114

### **4.3.2 Arranque del subsistema de agua de enfriamiento.**

La función del subsistema de agua de enfriamiento es absorber las cargas térmicas de diferentes elementos de los subsistemas de la turbina de gas, que son los siguientes:

- Aceite de lubricación.
- Aire de atomización.
- Detectores de llama y soportes de turbina.
- Enfriadores de hidrógeno del generador.
- Enfriador del LCI.

#### **4.3.2.1 Subsistema de refrigeración del aceite de lubricación**

Los requisitos previos al llenado de este subsistema son los siguientes:

- Posicionar manualmente la válvula VA32-1 de tres vías en la posición B - L. El llenado de este subsistema se realiza siguiendo la secuencia de operaciones siguiente:
- Abrir las válvulas manuales de venteo tras la salida de los intercambiadores, asegurándose que los drenajes son conducidos al sistema de recogida de drenajes de la planta.
- Comprobar cerradas las válvulas manuales de incomunicación a la entrada y salida de los intercambiadores.
- Abrir la válvula de aislamiento del subsistema 1PGB62AA002 para la unidad 1, y 2PGB62AA002 para la unidad 2.
- Abrir la válvula de aislamiento de llegada al intercambiador que se desea llenar.
- Cuando salga solamente agua por las líneas de venteo, cerrar las válvulas manuales de venteo.
- Abrir la válvula de aislamiento de salida del intercambiador.
- Posicionar manualmente la válvula VA32-1 a su posición de operación

#### **4.3.2.2 Subsistema de aire de atomización**

Los requisitos previos al llenado de este subsistema son los siguientes:

---

HOJA 89 DE 114

- Posicionar manualmente la válvula VA32-2 de tres vías en la posición R - L. El llenado del este subsistema se realiza siguiendo la secuencia de operaciones siguiente:
- Abrir la válvula de venteo del intercambiador del enfriador de aire de atomización, asegurándose que los drenajes son conducidos al sistema de recogida de drenajes de la planta.
- Abrir la válvula manual de incomunicación de la salida del enfriador.
- Abrir la válvula manual de aislamiento del subsistema 1PGB62AA001 para la unidad 1, y 2PGB62AA001 para la unidad 2.

Cuando salga solamente agua por las líneas de venteo, cerrar las válvulas manuales de venteo.

- Posicionar manualmente la válvula VA32-2 a su posición de operación.

#### **4.3.2.3 Subsistema de refrigeración de los detectores de llama y soportes de turbina**

El llenado del este subsistema se realiza siguiendo la secuencia de operaciones siguiente:

- Abrir las válvulas manuales de venteo situadas en la salida del agua de refrigeración de los soportes de la turbina (parte superior), asegurándose que los drenajes son conducidos al sistema de recogida de drenajes de la planta.
- Abrir la válvula manual de aislamiento 1PGB62AA003 para la unidad 1, y 2PGB62AA003 para la unidad 2.
- Cuando salga solamente agua por las líneas de venteo, cerrar las válvulas manuales de venteo.

#### **4.3.2.4 Subsistema de refrigeradores de hidrógeno.**

Para poner en funcionamiento estos refrigeradores actuaremos de la siguiente manera:

- Abrir las válvulas manuales de aislamiento para la unidad 1 y para la unidad 2.
- Cuando salga solamente agua por las líneas de venteo, cerrar las válvulas manuales de venteo.

#### **4.3.3 Arranque del subsistema de aceite de lubricación y sello.**

Previamente al arranque se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Refrigeradores del sistema funcionando.

---

HOJA 90 DE 114

- Tanque de aceite lleno con el nivel ligeramente superior al normal.
- Temperatura de aceite igual o superior al tarado de los interruptores de temperatura de activación de las resistencias sumergidas en el tanque, que es de 21 °C.
- Eliminador de niebla en funcionamiento (uno de los dos extractores).
- Seleccionar una de las ramas con intercambiador y filtro mediante la válvula de transferencia manual.
- Instrumentación conectada: presostatos 63QA-1A y 1B, 63QE-1, 63QB-1, 63QT-2A, y 2B, y 63QV-1 con la válvula de aislamiento correspondiente abierta, y válvula de drenaje cerrada.
- Conectados los presostatos diferenciales 63QQ-21 y 22 (y válvulas de by-pass cerradas).
- Válvulas de drenaje de cada filtro y de cada enfriador cerradas.
- Todos los indicadores montados sobre panel conectados. Los pasos a seguir para realizar el llenado del subsistema son los siguientes:
  - Llenar aproximadamente un cuarto del volumen de la carcasa de las bombas de suministro hidráulico PH1-1 y PH1-2 con aceite de lubricación en caso de ser el primer llenado, o en caso de vuelta al servicio tras una tarea de mantenimiento.
  - Comprobar la apertura de las válvulas manuales de aspiración de las bombas hidráulicas FV-1A y FV-1B.
    - Poner en marcha una de las bombas de lubricación, ya desde el interruptor de control situado en el módulo de control de motores ubicado en el PEECC pasándolo a la posición de ON. Observar el indicador de presión de descarga de la bomba y comprobar que la presión no caiga por debajo del valor tarado por los interruptores de presión 63QA-1A y 63QA-1B, y 63QT-2A y 63QT-2B mencionados en el apartado anterior.
    - Comprobar la circulación de aceite por las mirillas de las líneas de venteo al tanque, tanto de la línea aguas arriba del intercambiador de calor y como del filtro de la rama seleccionada.
    - Comprobar que hay circulación de aceite en las líneas de retorno de cojinetes mediante las mirillas correspondientes.

---

HOJA 91 DE 114

- Mantener este estado hasta que se observe en las mirillas de retorno de aceite que es un flujo constante y sin barboteos ni oscilaciones.
- Poner en marcha la segunda bomba de aceite de lubricación y parar la primera, ya desde el PEEC, pasándola a la posición AUTO, o desde el MARK V.
- Esperar un tiempo para asegurar el llenado de la descarga de la segunda bomba.
- Abrir la válvula de by-pass de la válvula de transferencia manual, y posteriormente seleccionar la segunda rama de filtrado y refrigeración, y comprobar la circulación de aceite por las mirillas de las líneas de venteo al tanque, que son la línea de venteo del lado sucio del filtro, y la línea de venteo a la entrada del intercambiador de calor.
- Cerrar la válvula de by-pass de la válvula de transferencia.
- El subsistema de aceite de sellos irá admitiendo aceite a través de la válvula de control de presión diferencial PDCV-3401 del módulo de control de aceite de sellos, la cual se irá ajustando para mantener esta presión a 0.3 bar superior a la presión del gas del generador.

Es muy importante dejar el mando de las bombas situados en el PEECC en la posición de AUTO para que el MARK V actúe sobre la bomba seleccionada como principal.

Una vez lleno, realizadas las operaciones anteriores, y con una de las bombas de lubricación en marcha, parar la bomba de sello de corriente continua si no se ha parado automáticamente por existir presión en el sistema.

#### **4.3.4 Arranque del subsistema de aceite de disparo.**

El subsistema de aceite de disparo está formado tres válvulas solenoide, 20TV-1, 20FG-1, 20FL-1, normalmente abiertas. Estas válvulas comunican las líneas de aceite de disparo a los subsistemas de gas combustible, combustible líquido, e IGV, con el tanque de aceite. En operación normal estas válvulas están energizadas y por lo tanto cierran el paso del aceite al tanque, y las líneas de aceite de control están presurizadas. En caso de producirse algún disparo, se desenergizan comunicando las líneas con el tanque, de manera que se despresurizan las líneas de aceite de disparo provocando así:

---

HOJA 92 DE 114

- El cierre de la válvula de parada de combustible líquido VS1-1.
- El cierre de las válvulas de control de gas combustible VGC-1, 2 y 3, y de la válvula reguladora de presión de gas VSR-1.
- El cierre de los IGV a su posición de cierre (28.5°).

#### **4.3.5 Arranque del subsistema de aceite hidráulico y de elevación.**

Antes de poner en marcha el sistema se deben realizar las siguientes comprobaciones:

- Subsistema de aceite de lubricación y sellado en marcha.
- Presostatos 63HQ-1A y B, y 63HQ-6A y 6B conectados y sus drenajes cerrados.
- Acumulador AH1-1 conectado y válvula de drenaje cerrada.
- Comprobar que la presión de aspiración de las bombas hidráulicas es aproximadamente 100 PSIG (6.9 bar), y siempre superior a 12 PSIG (0.83 bar), mediante los indicadores de presión HQ-6A y HQ-6B.

Los pasos a seguir para poner el sistema en marcha son los siguientes:

- Poner en marcha una de las bombas hidráulicas, ya desde el interruptor de control situado en el módulo de control de motores ubicado en el PEECC pasándolo de la posición AUTO a MAN, o desde el MARK V.
- Cuando en la mirilla de la línea de retorno del cojinete nº 2 de la turbina de gas no se observe fluctuación ni barboteo, poner en marcha la segunda bomba y parar la que está en marcha.
- Mantener esta configuración hasta que de nuevo no se observe fluctuación ni barboteo en las líneas de retorno de los cojinetes.

De esta forma se finaliza el llenado del subsistema. La puesta en marcha del mismo se realiza de forma seguida al llenado mediante las operaciones siguientes:

- Dejar en marcha la bomba seleccionada como principal en el MARK V y parar la seleccionada como en espera.
- Esperar a que la presión de suministro de aceite hidráulico sea aproximadamente 1625 PSIG (112.1 barg) mediante el indicador de presión HQ-3, y la presión de suministro de aceite de elevación sea aproximadamente de 2750 PSIG (190 barg) mediante el indicador de presión QB-1.

---

HOJA 93 DE 114

- En este punto el subsistema de aceite hidráulico y de elevación está en marcha, listo para la secuencia de control del MARK V. Las comprobaciones que hay que realizar durante la marcha de este subsistema son las siguientes:

Comprobar que la presión de aspiración de las bombas sea aproximadamente de 100 PSIG (6.9 bar) mediante los indicadores HQ-6A y HQ-6B.

Comprobar que la presión de descarga de las bombas hidráulicas sea aproximadamente de 2750 PSIG (190 bar) mediante los indicadores de presión HQ-1 y HQ-2.

Comprobar el estado de colmatación de los filtros de aceite hidráulico mediante los interruptores de alta presión diferencial 63HF-1 y 63HF-2.

Comprobar que la presión regulada de suministro hidráulico es aproximadamente 1625 PSIG (112.1 barg) mediante el indicador de presión HQ-3.

Comprobar que la presión de suministro de aceite de elevación es aproximadamente 2750 PSIG (190 barg) mediante el indicador de presión QB-1.

#### **4.3.6 Arranque del virador**

Los requisitos previos al arranque son los siguientes:

- Se dispone del subsistema de aceite lubricación en marcha.
- Las válvulas de control de pulsación VA2-1, 2, 3 y 4 deben estar abiertas.

La puesta en marcha y parada del virador se realiza de forma automática desde el controlador MARK V en función del estado de la lógica de control. También se puede realizar desde el interruptor ubicado en el PEECC pasándolo de AUTO a MAN.

#### **4.3.7 Puesta en servicio del subsistema de admisión de aire**

Los requisitos para la puesta en marcha del subsistema son:

- La válvula de aislamiento de la extracción de la descarga del compresor dirigida al sistema de calentamiento del aire de entrada debe estar abierta y la de drenaje cerrada (CA16).

---

HOJA 94 DE 114

- La válvula de drenaje VA30-1 debe estar energizada.
- La válvula de aislamiento VM15-1 debe estar abierta.
- Los transmisores de presión 96BH-1 y 2 conectados (válvulas abiertas).
- La puesta en marcha y parada lo realiza el controlador MARK V en función del estado de la lógica de control del mismo.

#### **4.3.8 Puesta en servicio del subsistema de aire de enfriamiento y sello**

Los requisitos previos para la puesta en marcha del subsistema son los siguientes:

- Válvulas manuales de aislamiento de las líneas de extracción de aire de las etapas 9ª y 13ª del compresor de la turbina de gas deben estar abiertas, y las de drenaje cerradas.
- Válvula de aislamiento de la extracción AD-1 de la descarga del compresor abierta (alimenta a las válvulas 20CB-1 y 2) y válvula de drenaje del filtro FA6-1 cerrada.
- Transmisores de presión de descarga del compresor 96CD-1, 1B y 1C conectados a los puntos AD-4A, B y C y con las válvulas de aislamiento abiertas.
- Válvulas de aislamiento de las extracciones AD-5A, B y C de la descarga del compresor abiertas (situadas en el armario de transmisores de presión diferencial).
- Válvula de aislamiento de la extracción AD-3 de la descarga del compresor abierta (dirigida al circuito de limpieza de los filtros de admisión).
- Conectados los presostatos de la descarga de los ventiladores de refrigeración del área de escape y del cojinete nº2 (63TK y 63TN).

La puesta en marcha y parada lo realiza el controlador MARK V en función del estado de la lógica de control del mismo.

#### **4.3.9 Puesta en servicio del subsistema de ventilación y calefacción.**

La puesta en marcha y la parada del subsistema la realiza el controlador MARK V en función del estado de la lógica de control. En el momento que se introduce gas en la turbina se debe poner en marcha el ventilador configurado como principal en el compartimento de turbina.

Durante la operación normal del subsistema se deben realizar las siguientes comprobaciones:

---

HOJA 95 DE 114

- Comprobar que ante la actuación de una señal de alta, o baja temperatura, se ponen en marcha o se desconectan de forma automática los calentadores correspondientes:
- Comprobar que el ventilador configurado como principal del compartimento de la turbina, y del área de escape de la turbina se ponen en marcha al iniciarse el proceso de arranque.
- Comprobar que ante una elevada caída de presión entre la aspiración y la descarga del ventilador configurado como principal de refrigeración del compartimento de la turbina, se pone en marcha automáticamente el que está en espera (88BT-1 y 88BT-2).
- Comprobar que ante una elevada caída de presión entre la aspiración y la descarga del ventilador configurado como principal de refrigeración del área de escape de la turbina, se pone en marcha automáticamente el que está en espera (88BD-1 y 88BD-2).
- Comprobar que el ventilador del eje de carga 88VG-1 (región del eje de carga) se pone automáticamente en marcha.
- Comprobar que el ventilador del módulo accesorio 88BL-1 (región de lubricación) se pone automáticamente en marcha mientras el subsistema de lubricación está en marcha.
- Comprobar que el ventilador del módulo accesorio 88FV-1 (región de aire de atomización y combustible líquido) se pone automáticamente en marcha mientras el subsistema de aire de atomización y combustible líquido está en marcha.

#### **4.4 ARRANQUE DE AUXILIARES Y PREPARACIÓN DE TURBINA DE VAPOR PARA RODAJE.**

La turbina de vapor chequea una serie de puntos de todo el conjunto de transmisores de presión, temperatura, presostatos, termostatos, válvulas motorizas, neumáticas, hidráulicas, etc. para poder permitir un arranque. Si alguno de estos elementos está en un estado que no corresponde con el definido como correcto, no es posible arrancar la turbina, quedando esta sin resetear por mantener activado L4.

Estos son los permisos que se deben de cumplir para poder arrancar la turbina de vapor:

Con el fin de cumplir las condiciones de la turbina de vapor “preparada para el arranque”, deben satisfacerse los enclavamientos y permisos:

- Las válvulas de control y parada de AP (MSV/MCV) están totalmente cerradas.



---

HOJA 96 DE 114

- Las válvulas de control y parada de admisión de recalentado caliente (HRH) (ISV/ICV) están totalmente cerradas.
- Las válvulas de admisión de baja presión están totalmente cerradas.
- Todas las válvulas motorizadas de la turbina de vapor y las válvulas neumáticas están en el modo auto.
- Todos los drenajes de la turbina de vapor están abiertos para el arranque.
- La presión del aceite de lubricación es correcta.
- La presión hidráulica es correcta.
- Todos los controladores de la turbina de vapor están en auto con sus puntos de consigna en los valores determinados de prearranque
- El motor del virador está en marcha y engranado
- La descarga de flujo inverso (RFDV) está cerrada y en auto
- La válvula de flujo inverso (RFV) está cerrada y en auto
- Las válvulas de drenaje del Recalentado frío, recalentado caliente y recalentador de la HRSG están cerradas y en auto
- La válvula reguladora de vacío está cerrada
- El sistema de vapor de sello está en funcionamiento
- La excentricidad de la turbina de vapor es correcta
- El vacío de la descarga de la turbina de vapor es correcto
- Permisivo del cliente para el arranque
- Excentricidad correcta (<2 milésimas de pulgada)
- Temperatura baja correcta (de 50° a 90° F)
- Estrés < 60% de lo admisible
- El estrés es estable (los termopares de control de arranque están en funcionamiento)

---

HOJA 97 DE 114

Las condiciones iniciales de la etapa son:

- Sistema eléctrico disponible.
- Generador con H2 a la presión y pureza nominales.
- Al menos bomba de sellado de corriente continúa funcionando para asegurar el sello del generador, en caso de que alguna de las bombas de alterna de lubricación no esté en funcionamiento.

Objetivo de la etapa:

Realizar todas las operaciones para conseguir que la turbina esté lista para rodaje.

La ruta crítica en esta etapa la constituirá el tiempo para tener:

Condiciones de vapor auxiliar para sellar la turbina.

Los subsistemas de TV los pondremos en servicio en el siguiente orden.

1. Subsistema de agua de enfriamiento.
2. Subsistema de aceite de lubricación y sello.
3. Subsistema virador.
4. Subsistema de aceite hidráulico.
5. Subsistema de sello.
6. Subsistema de aspersion cubierta de escape.

#### **4.4.1 Puesta en servicio de agua de enfriamiento.**

##### **4.4.1.1 Puesta en servicio de los enfriadores del sistema de lubricación.**

Los requisitos previos al llenado de este subsistema son los siguientes:

- Posicionar manualmente la válvula VD25 de tres vías en la posición B - L. El llenado de este subsistema se realiza siguiendo la secuencia de operaciones siguiente:
- Comprobar cerradas las válvulas manuales de incomunicación a la entrada y salida de los intercambiadores.
- Abrir los tapones en la tubería de salida de los intercambiadores, asegurándose que los drenajes son conducidos al sistema de recogida de drenajes de la planta.

---

HOJA 98 DE 114

- Abrir la válvula de aislamiento del subsistema 0PGB46AA001 para el enfriador HX-1, y 0PGB46AA002 para el enfriador HX-2.
- Cuando salga solamente agua por los tapones, cerrar éstos.
- Abrir la válvula de aislamiento del subsistema 0PGB48AA002 para el enfriador HX-1, y 0PGB48AA001 para el enfriador HX-2.
- Posicionar manualmente la válvula VD25 a su posición de operación.

El sistema se queda en marcha cerrando la válvula manual de incomunicación de la salida del intercambiador de la rama no seleccionada para el paso de aceite, manteniéndolo así lleno.

#### **4.4.1.2 Arranque del subsistema de enfriadores de hidrogeno.**

Para poner en funcionamiento estos refrigeradores actuaremos de la siguiente manera:

- Abrir la válvula manual de aislamiento para la unidad 1 y para la unidad 2.
- Cuando salga solamente agua por las líneas de venteo, cerrar las válvulas manuales de venteo.

#### **4.4.2 Arranque del sistema de lubricación y sello**

Dividiremos la puesta en marcha del sistema en dos partes.

Arranque del acondicionador de aceite.

Arranque de lubricación y sello.

##### **4.4.2.1 Llenado y puesta en marcha del acondicionador de aceite.**

Previamente al llenado del acondicionador se debe tener el tanque de aceite principal lleno y revisar que la posición de las válvulas sea la correcta de la siguiente manera:

- Poner en marcha la bomba pulsando el botón de marcha desde el panel de control local y comprobar que se enciende la luz piloto de "bomba en marcha".
- Observar el indicador de presión de descarga de la bomba y comprobar que la presión no exceda en ningún caso de 50 PSI (3,44 bar) que es el tarado de la válvula de alivio de la bomba.
- El aire que pueda haber en el subsistema se purgará automáticamente a través de la válvula eliminadora

---

HOJA 99 DE 114

Comprobar que la presión diferencial del separador sea inferior a 25 PSI (1,72 bar) en el manómetro de presión diferencial a la entrada del tanque principal.

Comprobar que la lectura de vacío en la aspiración de la bomba no alcanza el valor de 12" de Hg, ya que en tal caso el filtro grueso en la aspiración estará sucio y será necesario cambiarlo.

#### **4.4.2.2 Llenado y puesta en marcha del sistema de lubricación y sello.**

Previamente al llenado y arranque se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Tanque de aceite lleno con un nivel ligeramente superior al normal.
- Eliminador de niebla en funcionamiento.
- Seleccionar una de las ramas con intercambiador y filtro mediante la válvula de transferencia manual FV-19.

El acondicionador debe de estar en marcha y debe de haber estado funcionando por un periodo de tiempo suficiente como para trasegar el volumen del tanque por un par de veces.

Los pasos a seguir para realizar el llenado del subsistema son los siguientes:

- Poner en marcha una de las bombas principales de lubricación, desde el controlador Mark V. Prestar atención a la aparición de ruidos o vibraciones excesivas.

- Observar el indicador de presión de descarga de la bomba y comprobar que la presión no caiga por debajo del valor tarado por los interruptores de presión PS-265 A, PS-265 B, PS 270 B, C y D y PS-266 A y B anteriormente mencionados.

Comprobar la circulación de aceite por las mirillas de las líneas de venteo al tanque, tanto de la línea aguas arriba del intercambiador de calor y como del filtro de la rama seleccionada.

Comprobar que hay circulación de aceite en las líneas de retorno de cojinetes mediante las mirillas correspondientes.

- Mantener este estado hasta que se observe en las mirillas de retorno de aceite que es un flujo constante y sin barboteos ni oscilaciones.
- Poner en marcha la segunda bomba de aceite de lubricación y parar la primera, desde el controlador Mark V.
- Esperar un tiempo para asegurar el llenado de la descarga de la segunda bomba.

---

HOJA 100 DE 114

- Abrir la válvula de by-pass (FV-13) de la válvula de transferencia manual, y posteriormente seleccionar la segunda rama de filtrado y refrigeración, y comprobar la circulación de aceite por las mirillas de las líneas de venteo al tanque, que son la línea de venteo del lado sucio del filtro, y la línea de venteo a la entrada del intercambiador de calor.
- Cerrar la válvula de by-pass (FV-13) de la válvula de transferencia.

Es importante que los arrancadores de motor para las bombas deben estar puestos en AUTO (autoarranque), de modo que estén listos para funcionar después de una señal del interruptor respectivo de presión que el MARK V actúe sobre la bomba seleccionada como principal.

Una vez realizadas las operaciones anteriores, y con una de las bombas de lubricación en marcha, parar la bomba de sello de corriente continua si no se ha parado automáticamente antes.

#### **4.4.3 Arranque del virador.**

Las condiciones para que pueda realizarse la puesta en servicio del virador son las siguientes:

- El virador debe estar abastecido con aceite de lubricación a 25 psig (1,7 barg).
- La velocidad de la turbina debe estar comprendida entre 0 y 2 rpm, es decir, se debe detectar velocidad cero y la indicación naranja de “VELOCIDAD CERO” en el panel local de control debe estar encendida.
- Válvulas de parada de vapor cerradas.

Los pasos a seguir se describen a continuación:

- Comprobar que la indicación verde de “VIRADOR NO EMBRAGADO” en el panel local de control está encendida.
- Comprobar que la indicación verde de “VIRADOR PARADO” en el panel local de control está encendida.
- Comprobar que la indicación naranja de “VELOCIDAD CERO” en el panel local de control esta encendida.
- Pasar la maneta del panel local de control a la posición de “START”. El virador entrará inmediatamente.

---

HOJA 101 DE 114

- Comprobar que la indicación roja de “VIRADOR EMBRAGADO” en el panel local de control está encendida.
- Comprobar que la indicación roja de “VIRADOR EN MARCHA” en el panel local de control está encendida.
- Comprobar que la corriente del motor de impulsión es inferior a 32,2 A en el amperímetro local.
- Pasar la maneta del panel local de control a la posición de “STANDBY”.
- Comprobar en la pantalla de MARK V en sala de control que el virador está en modo “AUTO”.

#### **4.4.4 Subsistema de aceite hidráulico.**

Para arrancar el sistema de aceite hidráulico se debe poner en marcha en primer lugar el sistema de acondicionamiento.

##### **4.4.4.1 Puesta en marcha del sistema de acondicionamiento**

Antes del arranque se debe verificar que el nivel en el tanque de fluido hidráulico sea ligeramente superior al normal y habrá que arrancar la bomba de recirculación TAFM desde el controlador del MARKV V.

##### **4.4.4.2 Puesta en marcha del sistema de fluido hidráulico.**

Previamente al llenado se deben cumplir los siguientes requisitos:

- Nivel en el tanque de fluido hidráulico ligeramente superior al normal.
- Temperatura del fluido hidráulico, que se muestra en el termómetro TI-280, debe estar entre 65 y 110 F (18 y 44 °C).
- Sistema de acondicionamiento en marcha y debe haber estado funcionando por un periodo de tiempo suficiente como para pasar dos veces el volumen del tanque a través del filtro acondicionador (2 horas).
- Comprobar que los acumuladores están cargados con nitrógeno.
- Comprobar que las válvulas de aislamiento en la aspiración de las bombas de fluido hidráulico, FV-1A y FV-2A, están abiertas.

---

HOJA 102 DE 114

- Comprobar que las válvulas de aislamiento en la descarga de las bombas de fluido hidráulico, FV-1B y FV-2B, están abiertas.

Los pasos a seguir para realizar el llenado del subsistema son los siguientes:

- Abrir completamente la válvula FV-7 que conecta la descarga de las bombas de fluido hidráulico, con el tanque.
- Abrir las válvulas de aislamiento de los acumuladores, FV-10, FV-11.
- Cerrar las válvulas de drenaje de los acumuladores, FV-13, FV-14.
- Poner en marcha una de las bombas de fluido hidráulico, desde el controlador MARK V. Prestar atención a la aparición de ruidos o vibraciones excesivas.
- Aproximadamente después de un minuto, mientras se permite que el aire en la línea fluya al tanque, abrir la válvula de aislamiento FV-18 del manómetro PI-280 C y cerrar parcialmente la válvula FV-7, para establecer 200 psig (13,8 barg). El manómetro PI-280 A o PI-280 B también marcará la presión que está dando la bomba en funcionamiento.
- Cerrar la válvula FV-7, para establecer 1000 psi (68,9 bar) y precargar los acumuladores de nitrógeno. Continuar cerrando la válvula FV-7 hasta que la presión se estabilice y alcance los 1600 psig (110,3 barg) de operación.
- Abrir de nuevo la válvula FV-7 y parar la bomba de fluido hidráulico que estaba en operación, desde el controlador MARK V.
- Arrancar la otra bomba de fluido hidráulico, desde el controlador MARK V. Prestar atención a la aparición de ruidos o vibraciones excesivas.
- Aproximadamente después de un minuto, mientras se permite que el aire en la línea fluya al tanque, cerrar parcialmente la válvula FV-7 y establecer 200 psig (13,8 barg). Comprobar esta presión en los manómetros PI-280 C y PI-280 A o PI-280 B.
- Cerrar la válvula FV-7 progresivamente hasta que la presión se estabilice y alcance los 1600 psig (110,3 barg) de operación.

---

HOJA 103 DE 114

#### **4.4.5 Puesta en servicio del sistema de rociado de la cubierta de escape.**

El funcionamiento del subsistema de rociado de la cubierta de evacuación es completamente automático. El sistema de control Mark V supervisa la temperatura de la cubierta de escape a través de los termopares TE-210A, B y C.

TE-210A, B, C: Supervisan la temperatura de la cubierta escape de baja presión. Tienen también la función de alarma y disparo por alta temperatura.

Si la temperatura excede de 135 F (57 °C) entonces se envía una señal de 4-20 mA a la válvula de control de los rociadores de agua WSV. Cuando la temperatura alcanza los 175 F (79 °C) la válvula de los rociadores de agua estará completamente abierta. La posición de la válvula es proporcional a la temperatura de la cubierta de escape.

Se deben tener abiertas las válvulas de aislamiento de la válvula de control de condensado de los rociadores y cerrada la válvula de by-pass.

La válvula VD25-311 debe estar abierta.

La turbina estará dispuesta para comenzar el rodaje, en el momento que las condiciones del vapor lo permitan y una vez se haya reseteado el aceite de disparo.

### **4.5 ARRANQUE DE TG/HRSG LEAD**

Las condiciones iniciales de esta etapa son:

Etapa de arranque de BOP conseguida.

Etapa de arranque y preparación de auxiliares de TG para "READY TO START" conseguida, con TG en virador durante más de 4 horas.

Objetivo de la etapa:

Conseguir las condiciones necesarias para arranque y sincronización de TG para calentamiento de HRSG y búsqueda de condiciones de vapor para el rodaje de turbina.

#### **4.5.1 Operaciones de la etapa**

Una vez que se tiene la TG1, HRSG1 y TV listas para arranque se deberán posicionar los drenajes y venteos de la línea de vapor abiertos.

Iniciar el arranque de la TG1.

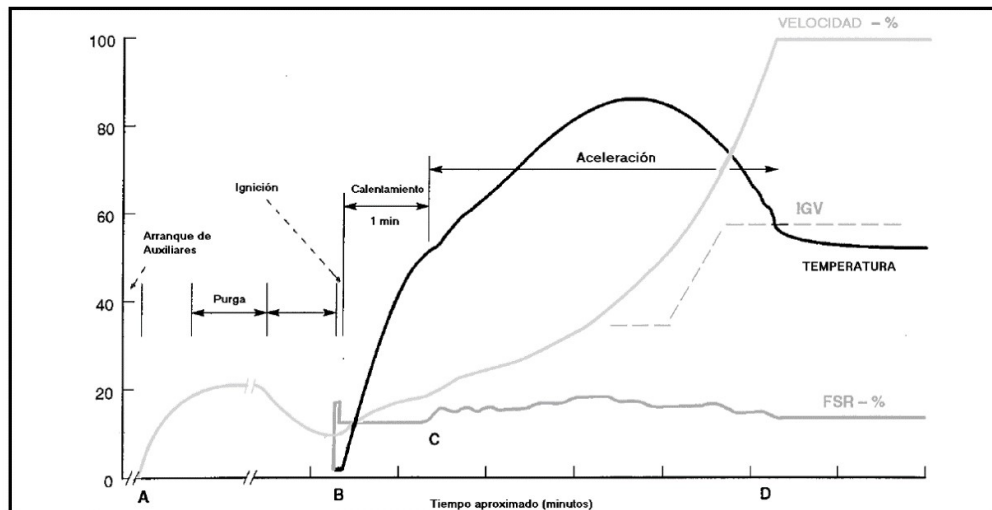


## HOJA 104 DE 114

Partiendo de las válvulas de bypass con orden de cierre rápido, se seleccionarán las válvulas de bypass y sus atemperaciones en automático.

El LCI arranca la turbina hasta la velocidad de purga para purgar la turbina y la caldera con más de 5 volúmenes antes de encender.

Una vez realizado el periodo de purga se produce el encendido y después del periodo de calentamiento, se lleva la turbina a FSNL.



### Búsqueda de estabilidad en caldera

1. Se sincronizará y se lleva la turbina a una carga que será, aproximadamente de 20 MW en PRESELECT LOAD.
2. Iniciar secuencia de puesta en servicio de los calentadores de gas.
3. Los venteos de calderín deben estar abiertos hasta que se consigan los valores de consigna para su cierre.
4. Los venteos de los sobrecalentadores deben estar abiertos y cerrarán después de que cierren los venteos de calderín.
5. El DCS coordinará la subida de carga de la TG para realizar un calentamiento y la subida de presión se realizará según la curva de arranque de caldera.
6. Abrir purgas intermitentes de calderines para mitigar el efecto de SWELLING.
7. Se mantendrán abiertas las purgas intermitentes y continuas.
8. Las válvulas de parada de turbina en los tres niveles de presión permanecerán cerradas y el vapor generado se derivará en cascada de HP a CRH y de HRH y LP al condensador.

---

HOJA 105 DE 114

Los drenajes del sistema de vapor cerrarán cuando se produzca la transferencia de REVERSE FLOW a Forward Flow.

9. La curva de arranque de caldera asociada a los bypasses realizará la subida de presión de caldera.

En el transcurso de esta etapa, la secuencia del calentador de gas estará elevando la temperatura de éste (en función de la carga térmica que esté recibiendo el economizador de media presión) hasta su objetivo de 190 °C.

## 4.6 ARRANQUE DE TV

Las condiciones iniciales son:

TG LEAD acoplada con 20 MW.

La turbina de vapor está parada y ha estado en virador el tiempo necesario para que la excentricidad sea menor de 0,18 mm (es recomendable que lleve al menos 4 horas en virador).

Objetivo de la etapa:

Realizar todas las operaciones necesarias para conseguir el rodaje y acoplamiento de la turbina de vapor.

### 4.6.1 Límites / Ritmo.

El ritmo de rodaje vendrá impuesto por la temperatura del metal de la admisión de alta presión o de recalentado a la turbina, que define el tipo de arranque:

- Arranque frío  $200\text{ °C} < T < 370\text{ °C}$  > 48 horas shutdown
- Arranque templado  $200\text{ °C} < T < 370\text{ °C}$  12-48 horas shutdown
- Arranque frío  $T > 370\text{ °C}$  8-12 horas shutdown

### 4.6.2 Operaciones de la etapa.

Se calculará la temperatura de escape de la turbina para conseguir la temperatura de vapor necesaria, dictada por las condiciones de la turbina de vapor, esta temperatura tiene un valor mínimo de 370 °C. Esta operación de "Matching" entre la temperatura de la turbina de vapor y la

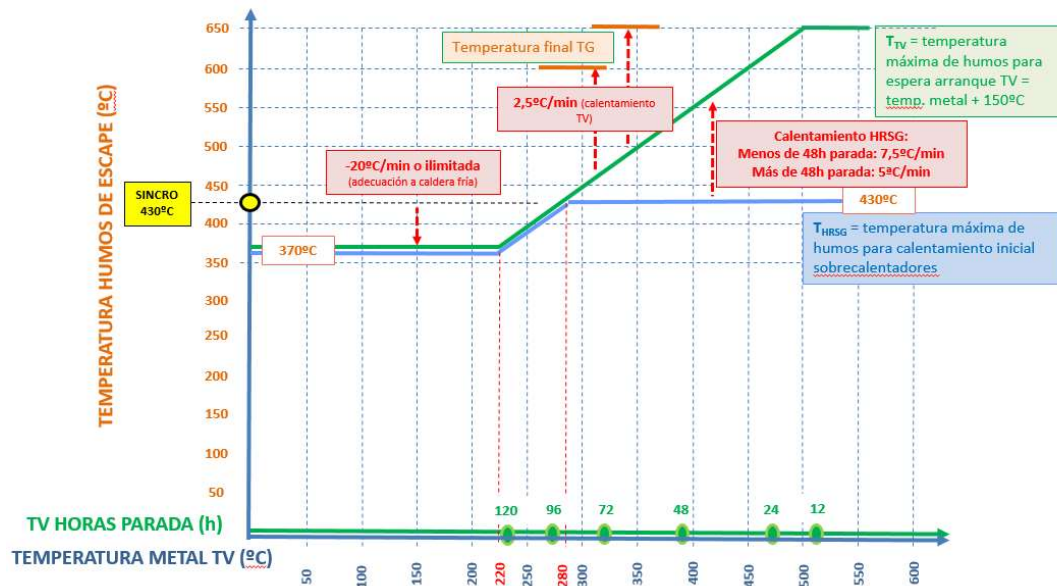
HOJA 106 DE 114

temperatura de los humos de escape de la turbina de gas puede llevar entre 90 y 120 minutos para un arranque frío y 20 minutos para arranque caliente.

La temperatura entre la turbina de alta y la temperatura del vapor recalentado caliente no debe exceder en más de 100 °C y esto es lo que se debe buscar para poder comenzar a rodar la turbina.

Durante el periodo de calentamiento la TG se mantiene en el modo de control de "TEMPERATURE MATCHING". Sin embargo, puede ser necesario modificar el límite superior de temperaturas en el escape de la TG durante el arranque si el escape de la turbina de HP y de LP es excesivamente alto. Las temperaturas del vapor van a depender del caudal de vapor, temperatura del vapor, velocidad de la TV y temperaturas de escape de la TG.

El Mark V de TG controla la apertura de los IGV's para controlar la temperatura de los gases de escape, el operador no puede controlar la apertura de los IGV pero si puede realizar un shutdown o un trip si lo considerará necesario.

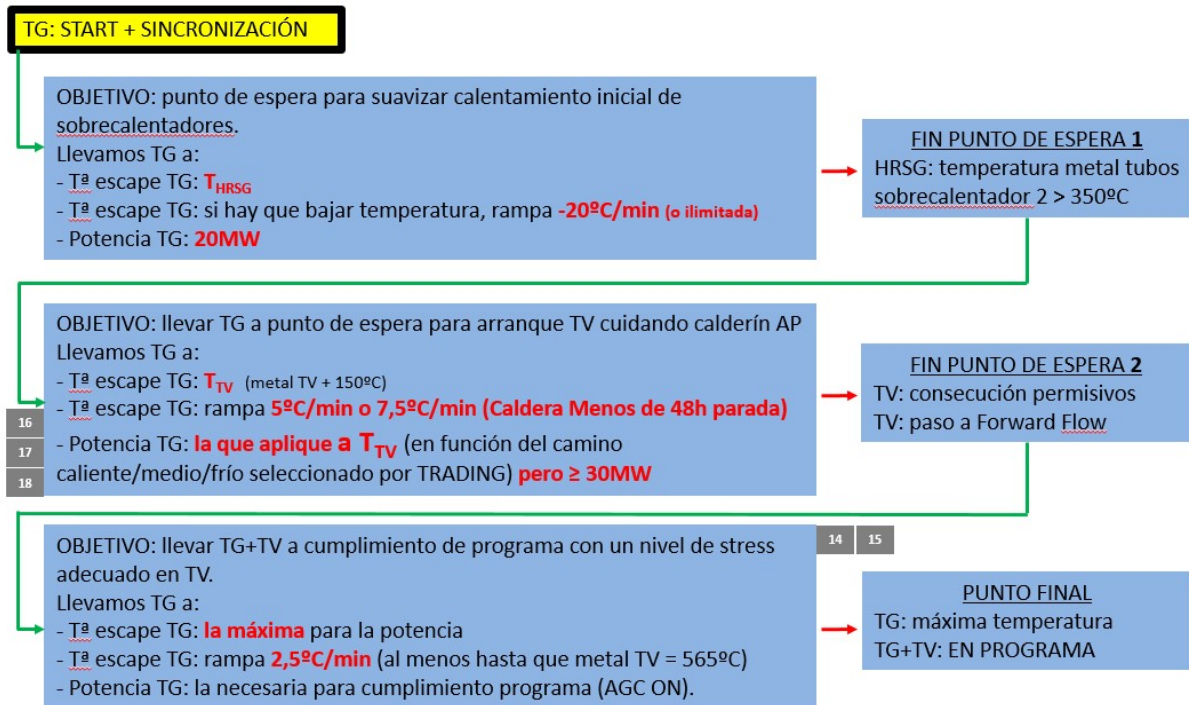


En el periodo de calentamiento los bypasses y los drenajes de caldera y vapor estarán abiertos para regular la temperatura y presión, por supuesto los bypasses realizan una regulación mientras que los drenajes solo permanecen abiertos.

El ajuste de los bypasses permite seguir la rampa de calentamiento recomendada de caldera y de rodaje de TV.

Las líneas de vapor se calientan mediante los bypasses, la mínima presión de la línea la marca la capacidad del bypass y la máxima la TV. En este punto la línea de CRH se calienta mediante el bypass de HP y el funcionamiento en REVERSE FLOW.

HOJA 107 DE 114



Las condiciones que marcan cuando la TV está lista para rodar son las siguientes:

**INLET STEAM PRESSURE:** La presión de entrada del vapor principal al cuerpo de alta de la TV debe de estar entre 48 y 130 barg.

**INLET STEAM TEMPERATURE:** La temperatura de entrada del vapor principal al cuerpo de alta de la TV debe de estar entre 270 y  $593^{\circ}\text{C}$ .

**INLET STEAM/METAL DIFF:**

- Cuando la temperatura del metal del cuerpo de alta sea inferior de  $204^{\circ}\text{C}$ , la temperatura del vapor debe de ser como mínimo igual que la temperatura del metal del cuerpo de alta y como máximo  $333^{\circ}\text{C}$  más alta.
- Cuando la temperatura del metal del cuerpo de alta sea mayor de  $204^{\circ}\text{C}$ , e inferior de  $371^{\circ}\text{C}$  la temperatura del vapor debe de ser como mínimo igual que la temperatura del metal del cuerpo de alta y como máximo debe de ser  $194^{\circ}\text{C}$  más alta.
- Cuando la temperatura del metal del cuerpo de alta sea mayor de  $371^{\circ}\text{C}$ , la temperatura del vapor principal debe de ser como mínimo  $56^{\circ}\text{C}$  más baja que la temperatura del metal del cuerpo de alta y como máximo debe de ser  $194^{\circ}\text{C}$  más alta.

**REHEAT STEAM/METAL DIFF.**

HOJA 108 DE 114

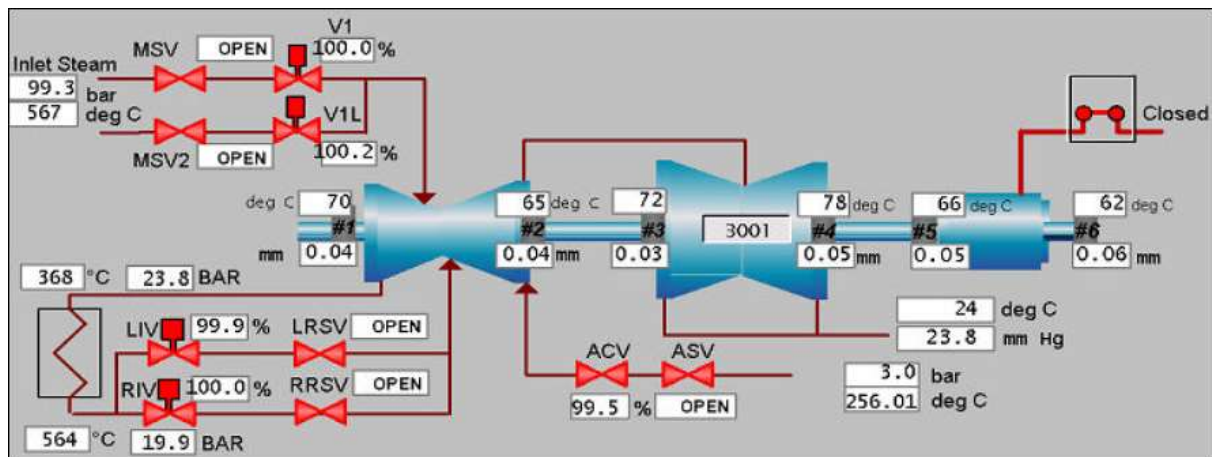
- Cuando la temperatura del metal del cuerpo de media sea inferior de 204°C la temperatura del vapor debe de ser como mínimo igual que la temperatura del metal del cuerpo de media y como máximo 333°C más alta.
- Cuando la temperatura del metal del cuerpo de media sea mayor de 204°C, e inferior de 371°C la temperatura del vapor debe de ser como mínimo igual que la temperatura del metal del cuerpo de media y como máximo debe de ser 194°C más alta.
- Cuando la temperatura del metal del cuerpo de media sea mayor de 371°C, la temperatura del vapor debe de ser como mínimo 56°C más baja que la temperatura del metal del cuerpo de alta y como máximo debe de ser 194°C más alta

Debido a que las rampas de rodaje de la TV son las más largas que las rampas de calentamiento de la caldera se asumen como incluidas en la de la turbina de vapor, una vez que comienza el rodaje.

10. Realizar Master Reset en Turbina de Vapor desde DCS.

Comprobar que abren las válvulas de parada de vapor principal, recalentado y baja presión.

Abren los drenajes de las válvulas MSCV, de las CRV y de las ASV y ACV



Cuando la temperatura de aceite de lubricación alcance 45 °C (arranque frío) o 35 °C (arranque caliente), ajustar el setpoint de temperatura de aceite en 46 °C (para evitar que si se mantiene el setpoint en 49 °C, la inercia del sistema lleve la temperatura a valores excesivos).

11. Seleccionar en "Mode Select" AUTO y en "Auto Start Commands" AUTO START.
12. Cuando la turbina de vapor comienza a rodar y supera un cierto valor el virador se desengrana.
13. Selector de cierre de válvulas de bypass de AP en AUT.

---

## HOJA 109 DE 114

Llegados a este punto la RFDV abre para conectar la admisión de la TV de HP al condensador, si la temperatura de la TV de HP es mayor de 200 °C se abre también la RFV cuando la TV supere el 75% de la velocidad, admitiendo CRH en contraflujo por la TV de HP y descargándolo a través de la RFDV hasta el condensador. Este caudal de vapor enfría la parte posterior de los álabes de la TV de HP evitando el calentamiento por la fricción con el vapor parado y contenido en la turbina si no existiera este flujo. Cuando la temperatura es menor de 200 °C se cierra la RFV ya que se provocarían daños por condensación y por esto se asume un calentamiento por la fricción del vapor en la turbina.

La RFV y RFDV cerrarán cuando el Mark V cambie de REVERSE FLOW a FORWARD FLOW.

La TV se sincroniza admitiendo vapor por la sección de IP, las IV se utilizan para controlar la velocidad hasta llegar a FSNL, la sincronización y la posterior subida de carga. Durante todo este proceso la turbina estará en REVERSE FLOW, si fuera necesario. El vapor de baja se usará para enfriar la sección de LP. Una vez que la turbina ha llegado a FSNL y se han conseguido los criterios de temperatura, vibraciones, expansión de carcasa y estrés térmico, se podrá realizar la sincronización.

14. A 3000 rpm seleccionar en GEN/EXCITER Mark V el botón Ex2000/Start.

15. Se realiza la sincronización

Después de la sincronización se subirá la carga de la turbina a un ritmo del 2%. El Mark V ajustará la aceleración de la subida de carga, la carga se mantendrá estable en el 10% hasta que la primera etapa de IP tenga la temperatura necesaria, para mantener la carga se seguirá utilizando las IV.

La transferencia a FORWARD FLOW se producirá cuando el estrés térmico en la sección de HP de la ST sea aceptable y las válvulas IV's estén demandando más del 50 % de su capacidad, en ese momento la transferencia se producirá rápidamente en unos 5 sg. con el cierre al unísono de la RFV y RFDV. En el momento de la transferencia el bypass de alta cerrará para intentar mantener la presión y asegurar el nivel del calderín de alta. Simultáneamente las válvulas de drenaje antes y después del asiento de las MSV cerrarán. El bypass de media presión debe actuar rápidamente ya que habrá una mayor fuente de CRH y por tanto de HRH, así las válvulas IV cerrarán en un primer instante y abrirán posteriormente, en un intento de mantener la carga y adecuarse a la respuesta de los bypasses.

Es necesario vigilar que la TG tenga más de 40 MW, de lo contrario se puede perder la TV por bajo caudal de vapor.

Comprobar que las válvulas IV se posicionan al 11,5 %.

En el momento que la carga sea del 20% las válvulas de drenaje antes y después del asiento de las IV, drenajes de carcasa de HP y drenaje de vapor de sellos cerrarán.

---

## HOJA 110 DE 114

La TV subirá de carga hasta que todo el vapor que se esté produciendo este pasando por ella, en este momento el caudal por los bypasses será mínimo.

Cuando las IV estén en la posición de 80-85% abiertas estarán en el máximo operativo y las MSCV estarán realizando el control de carga. Las válvulas de bypass de IP estarán completamente cerradas y vigilando que la presión de recalentado no suba por encima de 2 bar la presión que demanda la TV.

16. Transfiriendo la TV al modo IPC, automáticamente se incrementará el setpoint de las válvulas de bypass de HP y las válvulas cerrarán completamente, las válvulas de IP y de LP cerrarán progresivamente.
17. En este momento las válvulas de bypass, quedarán cerradas y en caso de orden de apertura rápida por rechazo de carga se producirá una apertura al 80 % y se quedará el PID en MAN con la consigna de la última presión antes del rechazo de carga.
18. A partir de este punto se subirá carga y temperatura a un ritmo de 2,5°C/min teniendo en cuenta que el Mark V de TV limitará las subidas de carga según los límites de la TV.
19. Ir subiendo lentamente (incrementos del 10%) el valor del Adm Flow Setpoint para admitir vapor de baja presión en la turbina. Observar que se igualan los valores de Adm Flow Setpoint y Adm Flow Ref antes de continuar.

Observar que a medida que se admite vapor de baja presión en TV, el by-pass de baja presión va cerrando. Con el 100% de Adm Flow Ref, (o las temperaturas del vapor y el colector de baja presión igualadas) cierran las válvulas de drenaje las válvulas ASV y ACV.

## 4.7 PUESTA EN CICLO COMBINADO DE LA TG LAG.

### Condiciones iniciales particulares

- TG LEAD acoplada y con carga estabilizada entre Mínimo Técnico y Carga Base (presiones y temperaturas de vapor estabilizadas).
- TV acoplada y con carga estabilizada.
- TG LAG acoplada con 20 MW. Y HRSG LAG estabilizada. 4.8.2 Objetivo de la etapa

Llevar la TG LAG a condiciones de puesta en Ciclo Combinado junto con la TG LEAD y la TV, y en Carga Base.

### Límites / Ritmo

HOJA 111 DE 114

El ritmo de esta etapa viene establecido por la diferencia de temperaturas y de presión, entre las líneas de vapor de alta presión y recalentado caliente, de ambas HRSG's.

Operaciones de la etapa

- Para igualar las condiciones del vapor de la GT/HRSG LEAD y la GT/HRSG LAG a ambos lados de las válvulas de aislamiento de las líneas de vapor, las temperaturas del vapor de la GT/HRSG LAG se regularán mediante la carga de la turbina de gas y la presión se regulará mediante los by-passes de alta, media y baja presión.
1. Subir carga en TG LAG para conseguir las condiciones estables e igualadas de presión y temperatura entre ambas calderas.
  2. Igualar las temperaturas de las líneas de alta presión y recalentado caliente de la HRSG asociada a la TG LAG respecto a la LEAD.

Para incrementar la temperatura de las líneas de la HRSG asociada a la turbina de gas LAG, esperar el calentamiento según curva de arranque de caldera.

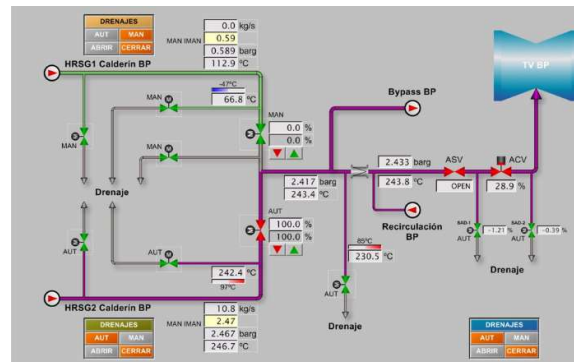
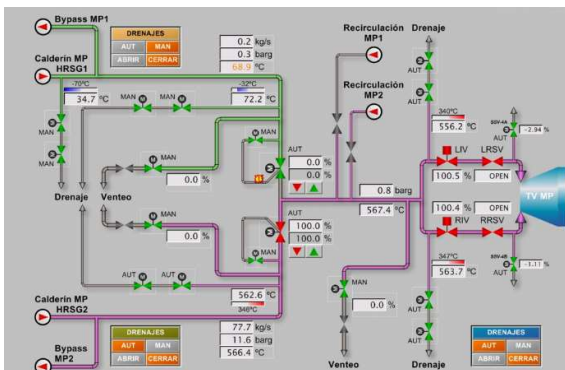
Para disminuir la temperatura de sobrecalentado, aumentar su atemperación.

Para disminuir la temperatura de recalentado, aumentar su atemperación o la atemperación del bypass de AP.

Cuando se tenga una diferencia de presión igual o inferior a 0,5 bar entre las líneas, y una diferencia de temperatura inferior a 25 °C, preferentemente por debajo, abrir las motorizadas de

aislamiento de la HRSG asociada a la TG LAG:

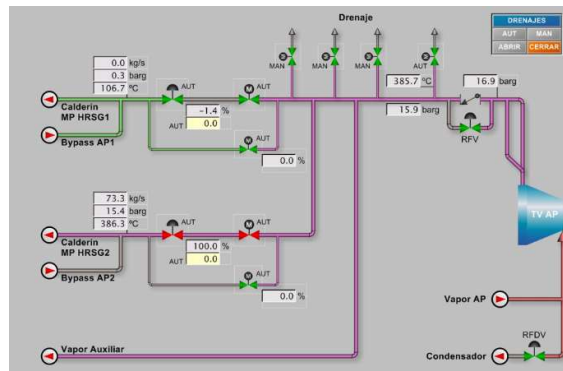
- Abrir válvula de equilibrado línea de alta presión 2LBA10AA002.
- Abrir válvula de corte vapor recalentado caliente 2LBB20AA001.
- Abrir válvula de corte vapor recalentado frío 2LBC10AA001.
- Abrir válvula de corte vapor alta presión 2LBA10AA003.
- Cerrar válvula de equilibrado línea alta presión 2LBA10AA002.





## HOJA 112 DE 114

Cuando se produzca la apertura de la válvula de corte 2LBA10AA003 y 2LBB20AA001 se cerrarán todas las válvulas de drenaje de los pocillos de las líneas de vapor principal y recalentado caliente de la HRSG2 y pasarán a funcionamiento automático.



Al introducir la segunda TG/HRSG en línea pasar selector de los bypasses a IPC y cerraran ya que se pasan a AUTO los controles de cierre de válvulas. La maniobra se realiza lentamente y es necesario supervisar los niveles de los calderines.

Comprobar el selector de cierre de válvulas de bypass de alta presión está en AUT.

El flujo de vapor que aporta la TG/HRSG LAG irá aumentando controlado por la turbina de vapor mediante la regulación de la presión a través de las válvulas de control.

En el momento que las válvulas de bypass estén cerradas y en caso de orden de apertura rápida por rechazo de carga se producirá una apertura al 80 % y se quedará el PID en MAN con la consigna de la última presión antes del rechazo de carga.

Ya que el colector de LP tiene una sola válvula de bypass, el calentamiento de la línea de vapor se realizará a través de los drenajes de la línea.

La válvula de corte de la HRSG LAG de baja presión se debe abrir cuando se tenga una diferencia de presión inferior a 0,5 bar entre las líneas, y una diferencia de temperatura inferior a 10 °C.

En el momento que se abra la válvula de corte de baja 2LBA30AA001, se cerrarán los drenajes de la línea y pasarán a funcionamiento automático.

En este momento se está funcionando en ciclo combinado, la subida de carga de la turbina de vapor se realizará en el modo turbina sigue a caldera y la carga de la turbina viene determinada por la cantidad de vapor que se está generando ya que el control se realiza en presión deslizante, así pues, las válvulas de control permanecen abiertas completamente,

---

## HOJA 113 DE 114

pero preparadas para evitar una sobrevelocidad en el caso de que exista un rechazo de carga o un disparo.

- En el caso de un disparo del generador de vapor o un rechazo de carga las válvulas de control llevarán la turbina a FSNL, las válvulas de bypass mantendrán la presión del sistema y la turbina se transferirá de FORWARD FLOW a REVERSE FLOW.
- En un disparo de turbina las válvulas de control y de parada de los tres niveles de presión cerrarán en un tiempo que irá desde 0,2 a 1,5 sg. y las válvulas de bypass intentarán mantener la presión para que no se produzca la apertura de las válvulas de seguridad.