

Instalación Frigorífica

INDICE

1.	OBJETO.....	2
2.	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	2
3.	CIRCUITO ENFRIAMIENTO AGUA GLICOLADA (AG)	4
3.1.	COMPRESORES CIRCUITO AG.....	4
3.2.	SEPARADOR ASPIRACIÓN CIRCUITO AG	6
3.3.	BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO AG (BPAG)	7
3.4.	BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO AG (BSAG)	7
4.	CIRCUITO ENFRIAMIENTO AGUA HELADA /GENERACIÓN DE HIELO (AH)	9
4.1.	COMPRESORES CIRCUITO AH (Agua helada)	9
4.2.	SEPARADOR DE ASPIRACIÓN CIRCUITO AH	11
4.3.	TANQUE DE AGUA HELADA/ACUMULADOR DE HIELO.....	13
4.4.	SOPLANTE	15
4.5.	ENFRIADORES AGUA HELADA	16
4.6.	BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO AH (BPAH)	18
4.7.	BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO AG (BSAH)	18
5.	CIRCUITO ENFRIAMIENTO AGUA CLIMATIZACIÓN (AC)	20
5.1.	COMPRESORES CIRCUITO AC.....	20
5.2.	SEPARADOR ASPIRACIÓN CIRCUITO AC.....	22
5.3.	BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO AC (BSAC).....	22
6.	CIRCUITO DE CONDENSACIÓN.....	24
6.1.	CONDENSADORES EVAPORATIVOS	24
7.	DETECTORES DE AMONIACO	26
8.	BOMBA DESAGÜE DEPÓSITO ENTERRADO	26

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La finalidad de la Instalación frigorífica es la producción de:

- Agua Glicolada (AG)
- Agua Helada (AH)
- Agua para Climatización (AC)

Para ello, la Instalación frigorífica consta de tres circuitos diferenciados en el sector de baja presión, cada uno desinado a la producción de uno de los fluidos necesarios, y un circuito de condensación común en el sector de alta presión (ver Esquema P&I general de la Instalación frigorífica nº Z-0019413-FL-101).

Cada uno de los circuitos frigoríficos consta de los siguientes elementos:

CIRCUITO DE AG

- 2 Unidades compresoras
- 1 Separador de aspiración
- 2 Evaporadores/Enfriadores de etilenglicol tipo placas
- 1 Depósito de inercia para el fluido secundario (Etilenglicol)
- 3 Bombas centrífugas de etilenglicol para el circuito primario
- 4 Bombas centrífugas de etilenglicol para el circuito secundario

CIRCUITO DE AH

- 2 Unidades compresoras
- 1 Separador de aspiración
- 2 Bombas de amoniaco
- 3 Evaporadores/Enfriadores de agua tipo Falliing Films
- 1 Depósito de Agua Helada/Acumulación de Hielo
- 3 Bombas centrífugas de agua para el circuito primario

- 4 Bombas centrífugas de agua para el circuito secundario
- 1 Bomba antihielo
- 1 Soplante (compresor de aire de baja presión)

CIRCUITO DE AC

- 1 Unidad compresora
- 1 Separador de aspiración
- 1 Evaporador/Enfriador de agua tipo placas
- 1 Sub-enfriador de líquido de alta
- 1 Depósito de inercia para el fluido secundario (Agua)
- 2 Bombas centrífugas de agua para el circuito secundario

CIRCUITO CONDENSACIÓN

- 3 Condensadores evaporativos
- 1 Recipiente de alta

ELEMENTOS VARIOS

- Sistema de Detección fugas NH3
- Bomba Desagüe de recogidas de agua Sala de compresores.

3. CIRCUITO ENFRIAMIENTO AGUA GLICOLADA (AG)

3.1. COMPRESORES CIRCUITO AG

Elementos de control existentes en la Instalación:

- OP local compresor: ver manual Mypro Touch de Mycom.
- PLC local compresor, comunicación Modbus

En cada Unidad compresora existe un cuadro eléctrico local en cuyo autómata se realizarán todas las maniobras de funcionamiento y alarmas de cada Unidad. En esta OP se podrá seleccionar el modo de funcionamiento del compresor LOCAL (Automático/Manual) o REMOTO.

Los elementos de fuerza de cada Unidad compresora están ubicados en la Sala de cuadros de BT, estos son para cada Unidad:

- Motor-compresor accionado por variador de frecuencia.
- Motor-bomba de aceite.
- Resistencias calentamiento aceite (estas trabajan a través de un termostato local con corte de potencia)

En modo local, cada compresor arrancará instantáneamente sin atender a la secuencia de arranque que esté seleccionada. El PLC local del compresor generará una señal hacia el PLC general para indicar el modo de funcionamiento seleccionado. Cuando se solicite permiso de arranque del compresor en modo local, daremos OM a la bomba de aceite y generaremos una CM hacia el PLC local del compresor, a continuación el PLC local solicitará OM del compresor, momento en el cual daremos OM al variador de frecuencia (VF) del motor-compresor. Si la bomba de aceite no arranca o para durante la marcha del compresor, daremos orden de parada **inmediata** del VF.

En modo remoto, cada compresor trabajará en secuencia según la lógica seleccionada en el PLC general. Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT los compresores arrancarán según horas de funcionamiento (primero el que tenga menos horas). En MAN se podrá seleccionar Secuencia K1-K2 o K2-K1. Además se podrá seleccionar el modo de funcionamiento de cada compresor en modo AUTOMÁTICO-0-MANUAL.

Par cambiar la secuencia de los compresores estos deberán estar a -0- en el selector de marcha.

El compresor estará en disposición de servicio (DS) cuando estando en AUT se produzca la siguiente situación:

- No exista ninguna alarma de compresor, ni la TAB (Temperatura de aceite Baja).
- No existan alarmas de alto nivel (NA) del separador de aspiración.
- No esté activo el limitador de arranques.
- El compresor esté en el mínimo de capacidad.

En esta situación se señalizará la disposición de servicio (DS), apagándose cuando el selector de marcha del compresor se sitúe en -0- o el compresor arranque.

Los compresores, en posición MAN en el selector de marcha, arrancarán sin ninguna condición salvo la disposición de servicio. El variador de frecuencia regulará su velocidad en MAN o AUT según este seleccionado, pero si llega al mínimo no parará.

En posición AUT en el selector de marcha los compresores arrancarán si se cumple alguno de estos supuestos:

- Si el selector de secuencia está en posición K1-K2 arrancará el compresor K1 cuando exista demanda de frío (temperatura salida enfriadores de glicol), el compresor K2 arrancará cuando exista demanda de frío, el variador del compresor K1 alcance el 100% de velocidad y hayan transcurrido 60 segundos (configurable en OP) o cuando el compresor K1 se pare por alarma o esté en posición "0".
- Si el selector de secuencia está en posición K2-K1 el arranque de los compresores se producirá de la manera descrita pero arrancando en primer lugar el compresor K2 y después el compresor K1.

Tanto en posición AUT como en posición MAN los compresores arrancarán según la lógica programada en el PLC local del compresor: El variador del compresor arrancará siempre al mínimo de velocidad, e irá subiendo velocidad cuando sea necesario mediante un PID o PI.

EL compresor se detendrá si salta una alarma, si le corresponde cuando está en AUT o si se pone en posición -0-.

En ambos casos (MAN o AUT), cuando no exista demanda de frío, todos los compresores reducirán simultáneamente su velocidad y en la posición de AUT una vez alcanzado el mínimo y pasados 60 segundos se pararán.

El compresor que esté de base regulará su velocidad en función de la temperatura de salida de glicol de los enfriadores de placas (Set Point ajustable en OP), existiendo además unos límites mínimo y máximo de presión de aspiración en el separador de aspiración de amoniaco (ajustable en OP) Si el VF llega al 100%, existe señal de "más capacidad" y transcurren 60 segundos, arrancará el segundo compresor. En ese momento el primer compresor reducirá su capacidad hasta igualarla con la velocidad del segundo compresor, y a partir de aquí ambos compresores regularán velocidad a la vez.

La alarma de sobreintensidad motor mandará reducir velocidad al compresor que afecte mientras permanezca la alarma, si afecta al compresor que esté regulando capacidad en ese momento, bloqueará además los impulsos de subir velocidad mientras permanezca la alarma.

Cuando exista alarma por Fallo de variador, el compresor quedara inoperativo y será necesario rearmar la alarma, quitar tensión al variador, volver a dar tensión al variador y pulsar el botón de RESET del propio variador.

3.2. SEPARADOR ASPIRACIÓN CIRCUITO AG

Elementos de control existentes en la Instalación:

LADO AMONIACO:

- Nivel analógico de trabajo (Danfoss AKS4100).
- Alto nivel (NA).
- Transmisor de presión del separador.
- Válvula motorizada de expansión (alimentación al Separador): Danfoss ICM.

LADO GLICOL:

- Temperatura entrada a enfriadores.
- Temperatura salida de enfriadores.
- Presión diferencial enfriadores.
- Temperatura depósito de glicol (tres sondas).
- Analizador NH3 en circuito de glicol.
- Caudal impulsión glicol a consumo.
- Presión impulsión glicol a consumo.

La válvula de expansión regulará a través del controlador de nivel analógico y siempre que exista al menos un compresor en marcha.

La alarma de alto nivel del separador de aspiración (NA), tras una temporización, parará a los compresores. Esta alarma estará temporizada 60 segundos antes de provocar la parada de los compresores.

Durante este tiempo se señalizará la alarma y desexcitará la válvula de expansión, pero sin parar los compresores y transcurrido este tiempo dará la orden de parada.

Si en el tiempo de retardo se restaura la alarma se reseteará el tiempo y la señalización, volviéndose a excitar la solenoide de expansión.

3.3. BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO AG (BPAG)

Existirán tres bombas de glicol en circuito primario, una de ellas de reserva, mandadas cada una a través de un selector AUT-0-MAN.

Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT las bombas arrancarán según horas de funcionamiento. En MAN se podrá seleccionar la Secuencia entre las tres bombas.

En "MAN" trabajará la bomba directamente sin ninguna condición siempre que no estén en alarma por fallo térmico.

En "AUT" trabajarán regulando velocidad para conseguir un caudal del 15% superior al caudal medido en el circuito secundario (BSAG). Arrancarán en secuencia todas las bombas en servicio a 30 Hz y a continuación variarán velocidad entre 30 y 50 Hz.

Contemplaremos 4 etapas:

- 1- Primera bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 2- Segunda bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 3- Tercera bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 4- Todas las bombas en marcha regularan velocidad (entre 30 y 50 Hz) a través de un PID ó PI.

Las bombas mantendrán el caudal de consigna en impulsión subiendo etapas siempre en este orden y bajando en el orden inverso, si alguna bomba esta fuera de servicio la sacaremos de la secuencia.

Cuando una de las bombas de servicio pare por alarma arrancará la bomba de reserva.

3.4. BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO AG (BSAG)

Existirán cuatro bombas de glicol circuito secundario, una de ellas de reserva, mandadas ambas a través de un selector AUT-0-MAN.

Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT las bombas arrancarán según horas de funcionamiento. En MAN se podrá seleccionar la Secuencia entre las tres bombas.

En "MAN" trabajará la bomba directamente sin ninguna condición siempre que no estén en alarma por fallo térmico.

EN "AUT" trabajarán a través de la señal del "transmisor de temperatura presión de impulsión". Existirá un set-point (SP) de presión (p. ej. 3 bar) en base al cual arrancaremos o pararemos bombas para mantener siempre la presión fijada.

Contemplaremos 5 etapas:

- 1- Primera bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 2- Segunda bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 3- Tercera bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 4- Cuarta bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 5- Todas las bombas en marcha regularan velocidad (entre 30 y 50 Hz) a través de un PID ó PI.

Las bombas mantendrán una presión de consigna en impulsión subiendo etapas siempre en este orden y bajando en el orden inverso, si alguna bomba esta fuera de servicio la sacaremos de la secuencia.

4. CIRCUITO ENFRIAMIENTO AGUA HELADA /GENERACIÓN DE HIELO (AH)

4.1. COMPRESORES CIRCUITO AH (Agua helada)

Elementos de control existentes en la Instalación:

- OP local compresor: ver manual Mypro Touch de Mycom.
- PLC local compresor, comunicación Modbus

En cada Unidad compresora existe un cuadro eléctrico local en cuyo autómata se realizarán todas las maniobras de funcionamiento y alarmas de cada Unidad. En esta OP se podrá seleccionar el modo de funcionamiento del compresor LOCAL (Automático/Manual) o REMOTO.

Los elementos de fuerza de cada Unidad compresora están ubicados en la Sala de cuadros de BT, estos son para cada Unidad:

- Motor-compresor accionado por variador de frecuencia.
- Motor-bomba de aceite.
- Resistencias calentamiento aceite (estas trabajan a través de un termostato local de corte de potencia)

En modo local, cada compresor arrancará instantáneamente sin atender a la secuencia de arranque que esté seleccionada. El PLC local del compresor generará una señal hacia el PLC general para indicar el modo de funcionamiento seleccionado. Cuando se solicite permiso de arranque del compresor en modo local, daremos OM a la bomba de aceite y generaremos una CM hacia el PLC local del compresor, a continuación el PLC local solicitará OM del compresor, momento en el cual daremos OM al variador de frecuencia (VF) del motor-compresor. Si la bomba de aceite no arranca o para durante la marcha del compresor, daremos orden de parada **inmediata** del VF.

En modo remoto, cada compresor trabajará en secuencia según la lógica seleccionada en el PLC general. Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT los compresores arrancarán según horas de funcionamiento. En MAN se podrá seleccionar Secuencia K1-K2 o K2-K1. Además se podrá seleccionar el modo de funcionamiento de cada compresor en modo AUTOMÁTICO-0-MANUAL.

Par cambiar la secuencia de los compresores estos deberán estar a -0- en el selector de marcha.

El compresor estará en disposición de servicio (DS) cuando estando en AUT se produzca la siguiente situación.

- No exista ninguna alarma de compresor, ni la TAB (Temperatura de aceite Baja).
- No existan alarmas de alto nivel (NA) del separador de aspiración.
- No esté activo el limitador de arranques.
- El compresor esté en el mínimo de capacidad.

En esta situación se señalizará la disposición de servicio (DS), apagándose cuando el selector de marcha del compresor se sitúe en -0- o el compresor arranque.

Los compresores, en posición MAN en el selector de marcha, arrancarán sin ninguna condición salvo la disposición de servicio. El variador de frecuencia regulará su velocidad en MAN o AUT según este seleccionado, pero si llega al mínimo no parará.

En posición AUT en el selector de marcha arrancarán si se cumple alguno de estos supuestos:

- Si el selector de secuencia está en posición K1-K2 arrancará el compresor K1 cuando exista demanda de frío (petición de frío en el depósito de AH, ya sea porque está en modo de producción de agua helada o generación de hielo), el compresor K2 arrancará cuando exista demanda de frío, el variador del compresor K1 alcance el 100% de velocidad y hayan transcurrido 60 segundos (configurable en OP) o cuando el compresor K1 se pare por alarma o esté en posición "0".
- Si el selector de secuencia está en posición K2-K1 el arranque de los compresores se producirá de la manera descrita pero arrancando en primer lugar el compresor K2 y después el compresor K1.

Tanto en posición AUT como en posición MAN los compresores arrancarán según la lógica programada en el PLC local del compresor: El variador del compresor arrancará siempre al mínimo de velocidad, e irá subiendo velocidad cuando sea necesario mediante un PID o PI.

El compresor se detendrá si salta una alarma, si le corresponde cuando está en AUT o si se pone en posición -0-.

En ambos casos (MAN o AUT), cuando no exista demanda de frío, todos los compresores reducirán simultáneamente su velocidad y en la posición de AUT una vez alcanzado el mínimo y pasados 60 segundos se pararán.

El compresor que esté de base regulará su velocidad en función de la presión en el separador de aspiración (Set Point ajustable en OP), existiendo un SP cuando la instalación esta seleccionada como "Producción de Agua Helada" (SP variable en función de la temperatura de entrada a los enfriadores, para $T^a \text{ agua} = +2^{\circ}\text{C}$ el SP de aspiración será -1°C y para $T^a \text{ agua} = +8^{\circ}\text{C}$ el SP de aspiración será -6°C , las T^a intermedias se les asignara un SP en relación lineal) y otro SP cuando la instalación esta seleccionada como "Generación de Hielo" (SP fijo configurable en OP $= -8^{\circ}\text{C}$) Si el VF llega al 100%,

existe señal de “más capacidad” y transcurren 60 segundos, arrancará el segundo compresor. En ese momento el primer compresor reducirá su capacidad hasta igualarla con la velocidad del segundo compresor, y a partir de aquí ambos compresores regularán velocidad a la vez.

La alarma de sobreintensidad motor mandará reducir velocidad al compresor que afecte mientras permanezca la alarma, si afecta al compresor que esté regulando capacidad en ese momento, bloqueará además los impulsos de subir velocidad mientras permanezca la alarma.

Cuando exista alarma por Fallo de variador, el compresor quedará inoperativo y será necesario rearmar la alarma, quitar tensión al variador, volver a dar tensión al variador y pulsar el botón de RESET del propio variador.

Existirá un selector mediante el cual se podrá seleccionar las instalaciones de AG y AH como Instalaciones unidas o separadas. Para ello además es necesario operar mecánicamente sobre las válvulas de interconexión entre instalaciones instaladas para tal fin (**debe aparecer en pantalla un cartel informativo que se debe de aceptar para validar los cambios**). En este caso ambas instalaciones trabajarán como una sola, con los 4 compresores en secuencia y regulando velocidad para mantener una presión correspondiente a -4°C (ajustable en OP) en los separadores de aspiración. En esta situación, las válvulas de alimentación (expansión) de los dos separadores de aspiración trabajarán con confirmación de marcha de cualquiera de los 4 compresores (AG y AH), cada una mantendrá el nivel de su separador, y los interruptores de alto nivel (NA) protegerán a todos los compresores.

4.2. SEPARADOR DE ASPIRACIÓN CIRCUITO AH

Elementos de control existentes en la Instalación:

LADO AMONIACO:

- Nivel analógico de trabajo (Danfoss AKS4100)
- Alto nivel (NA)
- Transmisor de presión del separador
- Válvula motorizada de expansión (alimentación al Separador): Danfoss ICM
- Bomba de amoniaco (una de servicio y otra de reserva)
- Transmisor de presión impulsión bombas de amoniaco.
- Puentes de válvulas de enfriadores

La válvula de expansión regular a través del controlador de nivel analógico y siempre que exista al menos un compresor en marcha.

La alarma de alto nivel del separador de aspiración (NA), tras una temporización, parará a los compresores. Esta alarma estará temporizada 60 segundos antes de provocar la parada de los compresores.

Durante este tiempo se señalará la alarma y desexcitará la válvula de expansión, pero sin parar los compresores y transcurrido este tiempo dará la orden de parada.

Si en el tiempo de retardo se restaura la alarma se reseteará el tiempo y la señalización, volviéndose a excitar la solenoide de expansión.

El transmisor de presión incorporado en este recipiente es el encargado de controlar la capacidad frigorífica de los compresores (velocidad y número de compresores). En régimen de enfriamiento de agua, mantendrán una presión variable en función de la temperatura de entrada de agua a los enfriadores y en régimen de generación de hielo mantendrán una presión correspondiente a -8°C.

La bomba de amoniaco se pone en marcha (una bomba de servicio y otra de reserva) si se dan las siguientes condiciones:

- Que esté en marcha alguna bomba de recirculación de agua (BPAH).
- Selector de la bomba en modo automático y no haya alarma de protección térmica de la misma.
- Que no exista nivel bajo de NH3 en el Separador de aspiración.
- Que le toque por secuencia B1-B2 / B2-B1:
 - B1-B2, arranca solo la bomba nº1 y en secuencia B2-B1 por alarma de la nº2
 - B2-B1, arranca solo la bomba nº2 y en secuencia B1-B2 por alarma de la nº1
- Si las dos bombas paran por alarma, para toda la instalación excepto las bombas de agua de circuito secundario (BSAH)

LSL nivel bajo NH3: Cuando exista señal de nivel bajo de separador, indicaremos en pantalla y pararemos las bombas de amoniaco.

Presión diferencial bombas de amoniaco: Cuando exista señal de baja presión diferencial, pararemos la bomba de amoniaco y arrancaremos la bomba de reserva. Señalizaremos la alarma y si esta no desaparece después de arrancar la otra bomba, realizaremos esta operación un máximo de 3 veces, alternando entre una bomba y otra.

4.3. TANQUE DE AGUA HELADA/ACUMULADOR DE HIELO

Relación equipos:

- Temperatura entrada a enfriadores
- Temperatura tanque de hielo
- Temperatura de retorno agua
- Nivel de agua tanque de hielo (PT Wika)
- Nivel de trabajo agua/hielo (Ultrasonidos)
- Nivel máximo de hielo (Paleta rotativa)
- Acumulación máxima de hielo (Horquilla vibrante)
- Solenoide de reposición de agua al tanque.

La instalación tiene 2 modos de funcionamiento:

- Generación de hielo.
- Producción de Agua fría.

Según el modo de funcionamiento seleccionado, generaremos una señal para modificar las consignas de funcionamiento de compresores (trabajaremos con una presión de aspiración correspondiente a -3°C cuando estemos en modo de producción de agua fría y con una consigna de -8°C cuando estemos en modo de generación de hielo).

En el panel de operador existirá un selector de “MARCHA/PARO” de la instalación, otro selector para elegir entre 2 opciones de selección del modo de funcionamiento “SERVICIO TANQUE AUTOMATICO” o “SERVICIO TANQUE MANUAL”.

Cuando seleccionemos el funcionamiento en MANUAL, podremos elegir la posibilidad de enfriar agua o producir hielo (forzado manualmente, sin atender a la lógica programada).

Cuando seleccionemos el funcionamiento en AUTOMÁTICO, podremos elegir la posibilidad de trabajar por horarios pre-programados o por temperatura de agua de recirculación (BPAH).

SERVICIO TANQUE AUTOMATICO.

Existirán dos modos de funcionamiento en automático:

- **Funcionamiento por horario:** En esta posición, la selección del modo de funcionamiento será por medio de unas programaciones horarias semanales, donde

definiremos el tiempo de funcionamiento en modo de producción de hielo, quedando el resto del tiempo para trabajar en modo de agua fría.

- **Funcionamiento por temperatura**: En esta posición, la selección del modo de funcionamiento será por medio de la temperatura de impulsión de bombas de recirculación de agua (BPAH).

Definiremos un parámetro de consigna (originalmente +1,5°C, modificable desde el panel de operador), con un diferencial fijo por encima de la consigna de 1°C, de tal forma que por debajo de esta consigna el sistema entre en modo de producción de hielo, quedando el resto del tiempo para trabajar en modo de agua helada

SERVICIO TANQUE MANUAL.

En esta posición dispondremos de otro selector en el panel de operador para elegir si el modo de funcionamiento es el de producción de hielo o el de agua helada, sin tener en cuenta la programación en automático.

Siempre y cuando el selector de opción de funcionamiento no esté en “PARO”, mandaremos una señal al cuadro eléctrico de Sala de Máquinas para indicar que hay petición de frío por parte de los evaporadores, y así forzar la marcha de compresores.

Parámetros a definir en panel operador:

- Selector MARCHA/PARO
- Selector MODO MANUAL/MODO AUTOMÁTICO
- En MANUAL: Selector MODO MANUAL PRODUCCION HIELO / MODO MANUAL AGUA HELADA
- En AUTOMÁTICO: Selector SERVICIO TANQUE AUTOMATICO POR HORAS / SERVICIO TANQUE AUTOMATICO POR TEMPERATURA / SERVICIO TANQUE MANUAL / PARO
- Programación horaria SERVICIO TANQUE AUTOMATICO – PRODUCCION HIELO

Las bombas de recirculación de agua fría (BPAH) envían el agua de retorno de servicios junto con parte de agua del Tanque a los enfriadores de agua.

Estas bombas se ponen en marcha en AUTO si se dan las siguientes condiciones:

- Que estemos en modo de funcionamiento de producción de hielo o de agua helada

- Que exista algún compresor disponible.
- Que el selector de las bombas de recirculación de agua esté en modo automático o manual y no haya alarma de protección térmica de la misma

Existe también una pantalla donde podremos definir los niveles de agua en el Tanque.

La alarma de “Nivel Alto” corta la entrada de agua (reposición) y cambia el modo de funcionamiento de la planta a producción de agua fría en el caso de estar generando hielo.

La alarma de “Nivel Bajo” excita la solenoide de agua de reposición al tanque.

La alarma de nivel muy bajo para las bombas de circuito secundario (BSAH) para evitar que las bombas trabajen en vacío.

Ajuste de consignas en fase de Puesta en marcha:

	Consignas
Retardo Alarma LSH NH3	15 seg
Alarma nivel Alto	8,3 m
Nivel de trabajo	7,4 m
Alarma por nivel bajo	7,0 m
Alarma por nivel muy bajo	6,5 m

4.4. SOPLANTE

Este equipo se pone en marcha cuando lo tengamos seleccionado en Manual, o cuando lo seleccionemos en Automático siempre que se den las siguientes condiciones:

- Que estemos en modo de funcionamiento de producción de hielo.
- Selector de la turbina soplante en modo automático y no haya alarma de protección térmica de la misma.

Parámetros a definir en panel operador:

- Tiempo de retardo al pasar a modo Agua

4.5. ENFRIADORES AGUA HELADA

Relación de elementos en cada puente de válvulas (tres, uno por enfriador)

- Válvula de cote en aspiración (doble solenoide en paralelo)
- Válvula de entrada de líquido
- Válvula de entrada de gas caliente (desescarche)

Para que entren en funcionamiento los enfriadores de agua helada, es condición necesaria que estos enfriadores estén en disposición de servicio.

Para que esto ocurra, se han de cumplir las siguientes condiciones:

- Que estemos en modo de funcionamiento de producción de hielo o de agua helada.
- Algún compresor disponible.
- Alguna bomba de amoníaco disponible.
- Bomba de recirculación en marcha (BPAH)
- No haya alarma de instalación (nivel alto del separador).
- No haya alarma de nivel agua muy bajo (en este caso solo pararemos las bombas de circuito secundario (BSAH))

INICIO DE CICLO

Siempre al inicial un ciclo de enfriamiento se realizará un ciclo de limpieza de cada enfriador (desescarche) para asegurarnos que en los enfriadores no han quedado con hielo.

Durante el ciclo de desecarche exitaremos la solenoide de gas caliente, dejando desexitadas las solenoides de líquido y aspiración.

Una vez finalizado el desescarche en el evaporador 3, finaliza el ciclo de limpieza y comienza el ciclo normal de funcionamiento.

Parámetros a definir en panel operador:

- Tiempo de inicio
- Tiempo frío para desmoldeo (modo hielo)
- Tiempo frío para desescarche (modo agua)

Ajuste de consignas en fase de Puesta en marcha:

	Máximo
Tiempo de inicio de ciclo limpieza	300 seg
Modo Hielo T. de frío para desmoldeo	720 seg
Modo Agua T. de frío para desescarche	10400 seg

SECUENCIA FUNCIONAMIENTO EN MODO PRODUCCIÓN DE HIELO

Tras el ciclo de limpieza, los desescarches se realizaran por medio del contador de tiempo de frío entre desescarches.

En el ciclo normal de enfriamiento se excita la solenoide de líquido y aspiración, quedando desexcitada la solenoide de gas caliente.

Según los tiempos programados, en el modo de producción de hielo se realizarán desescarches de cada enfriador consecutivamente.

Parámetros a definir en panel operador:

- Tiempo de desmoldeo E1
- Tiempo de desmoldeo E2
- Tiempo de desmoldeo E3

Ajuste de consignas en fase de Puesta en marcha:

	Evap 1	Evap 2	Evap 3	
Tiempo desmoldeo	90	90	90	seg

SECUENCIA FUNCIONAMIENTO EN MODO PRODUCCIÓN AGUA HELADA

En el ciclo normal de enfriamiento se excita la solenoide de líquido y aspiración, quedando desexcitada la solenoide de gas caliente.

En modo producción de agua helada no se realizan desescarches programados, solamente realizaremos un ciclo de desescarche cada cierto tiempo para asegurarnos que no existe acumulación de hielo en el enfriador, por lo que existirá una consigna ajustable desde el panel de operador. Realizaremos desescarches seguidos en los 3 enfriadores siguiendo la misma filosofía del ciclo de producción de hielo.

CICLO DE DESCARCHES EN MANUAL

Tanto en producción de hielo como en agua helada, podremos realizar desescarches manuales, con un botón desde el panel de operador, adelantando en ambos casos el tiempo predefinido entre desescarches.

4.6. BOMBAS CIRCUITO PRIMARIO AH (BPAH)

Existirán tres bombas de glicol circuito primario, una de ellas de reserva, mandadas cada una a través de un selector AUT-0-MAN.

Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT las bombas arrancarán según horas de funcionamiento. En MAN se podrá seleccionar la Secuencia entre las tres bombas.

En “MAN” trabajará la bomba directamente sin ninguna condición siempre que no estén en alarma por fallo térmico.

EN “AUT” trabajarán a 50 Hz siempre que el Tanque de hielo esté en servicio como enfriamiento de agua o generador de hielo.

4.7. BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO AG (BSAH)

Existirán cuatro bombas de glicol circuito primario, una de ellas de reserva, mandadas ambas a través de un selector AUT-0-MAN.

Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT las bombas arrancarán según horas de funcionamiento. En MAN se podrá seleccionar la Secuencia entre las tres bombas.

En “MAN” trabajará la bomba directamente sin ninguna condición siempre que no estén en alarma por fallo térmico.

EN "AUT" trabajarán a través de la señal del "transmisor de temperatura presión de impulsión". Existirá un set-point (SP) de presión p. ej. 3 bar en base al cual arrancaremos o pararemos bombas para mantener siempre la presión fijada.

Contemplaremos 5 etapas:

- 1- Primera bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 2- Segunda bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 3- Tercera bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 4- Cuarta bomba en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 5- Todas las bombas en marcha regularan velocidad (entre 30 y 50 Hz) a través de un PID ó PI.

Las bombas mantendrán una presión de consigna en impulsión subiendo etapas siempre en este orden y bajando en el orden inverso, si alguna bomba esta fuera de servicio la sacaremos de la secuencia.

5. CIRCUITO ENFRIAMIENTO AGUA CLIMATIZACIÓN (AC)

5.1. COMPRESORES CIRCUITO AC

Elementos de control existentes en la Instalación:

- OP local compresor: ver manual Mypro Touch de Mycom.
- PLC local compresor, comunicación Modbus

En la Unidad compresora existe un cuadro eléctrico local en cuyo autómata se realizarán todas las maniobras de funcionamiento y alarmas de cada Unidad. En esta OP se podrá seleccionar el modo de funcionamiento del compresor LOCAL (Automático/Manual) o REMOTO.

Los elementos de fuerza de la Unidad compresora están ubicados en la Sala de cuadros de BT, estos son para cada Unidad:

- Motor-compresor accionado por variador de frecuencia.
- Resistencias calentamiento aceite (estas trabajan a través de un termostato local de corte de potencia)

En modo local, el compresor arrancará instantáneamente sin atender a la secuencia de arranque que esté seleccionada. El PLC local del compresor generará una señal hacia el PLC general para indicar el modo de funcionamiento seleccionado. Cuando se solicite permiso de arranque del compresor en modo local, daremos OM al variador de frecuencia (VF) del motor-compresor. Este compresor no tiene bomba de aceite

En modo remoto, el compresor trabajará según la lógica seleccionada en el PLC general. Además se podrá seleccionar el modo de funcionamiento del compresor en modo AUTOMÁTICO-0-MANUAL.

El compresor estará en disposición de servicio (DS) cuando estando en AUT se produzca la siguiente situación.

- No exista ninguna alarma de compresor, ni la TAB (Temperatura de aceite Baja).
- No existan alarmas de alto nivel (NA) del separador de aspiración.
- No esté activo el limitador de arranques.
- El compresor esté en el mínimo de capacidad.

En esta situación señalará la disposición de servicio, apagándose cuando el selector de marcha del compresor se sitúe en -0- o el compresor arranque.

El compresor, en posición MAN en el selector de marcha, arrancará sin ninguna condición salvo la disposición de servicio. El variador de frecuencia regulará su velocidad en MAN o AUT según este seleccionado, pero si llega al mínimo no parará.

En posición AUT en el selector de marcha arrancará según la temperatura de entrada de agua a los enfriadores

Tanto en posición AUT como en posición MAN el compresor arrancará según la lógica programada en el PLC local del compresor: El variador del compresor arrancará siempre al mínimo de velocidad, e irá subiendo velocidad cuando sea necesario mediante una señal de impulso-pausa.

El compresor se detendrá si salta una alarma, si le corresponde cuando está en AUT o si se pone en posición -0-.

En ambos casos (MAN o AUT), cuando no exista demanda de frío, reducirá su velocidad y en la posición de AUT una vez alcanzado el mínimo y pasados 60 segundos se parará.

El compresor regulará su velocidad en función de la temperatura de salida de agua de los enfriadores de placas (Set Point ajustable en OP), existiendo además unos límites mínimo y máximo de presión de aspiración en el separador de aspiración de amoniaco (ajutable en OP).

La alarma de sobreintensidad motor mandará reducir velocidad al compresor mientras permanezca la alarma, bloqueará además los impulsos de subir velocidad mientras permanezca la alarma.

Cuando exista alarma por Fallo de variador, el compresor quedara inoperativo y será necesario rearmar la alarma, quitar tensión al variador, volver a dar tensión al variador y pulsar el botón de RESET del propio variador.

En caso de avería del compresor del circuito de AC, existirá un selector mediante el cual se podrá seleccionar la instalación de AC unida a la instalación de AH, a través de un regulador de presión mecánico. Para ello además es necesario operar mecánicamente sobre las válvulas de interconexión entre instalaciones instaladas para tal fin (debe aparecer en pantalla un cartel informativo que se debe de aceptar para validar los cambios). En este caso ambas instalaciones trabajarán como una sola, con los 2 compresores de AH trabajando por petición de frío de ambas instalaciones y regulando velocidad tal y como la hacen los compresores de AH cuando solo trabajan para la instalación de AH, excepto cuando la petición de marcha solo provenga de la instalación de AC, en cuyo caso la regulación de velocidad se realizará para mantener una presión correspondiente a 0°C en el separador de aspiración. En esta situación, las válvulas de alimentación (expansión) de los separadores de aspiración trabajarán con confirmación de marcha de cualquiera de los 3 compresores (AH y AC), cada una mantendrá el nivel de su separador, y los interruptores de alto nivel (NA) protegerán a todos los compresores.

5.2. SEPARADOR ASPIRACIÓN CIRCUITO AC

Elementos de control existentes en la Instalación:

LADO AMONIACO:

- Nivel analógico de trabajo (Danfoss AKS4100)
- Alto nivel (NA)
- Transmisor de presión del separador
- Válvula motorizada de expansión (alimentación al Separador): Danfoss ICM

LADO AGUA:

- Temperatura entrada a enfriadores
- Temperatura salida de enfriadores
- Presión diferencial enfriadores
- Temperatura depósito de agua

La válvula de expansión regular a través del controlador de nivel analógico y siempre que esté el compresor en marcha.

La alarma de alto nivel del separador de aspiración (NA), tras una temporización, parará a los compresores. Esta alarma estará temporizada 60 segundos antes de provocar la parada de los compresores.

Durante este tiempo se señalará la alarma y desexcitará la válvula de expansión, pero sin parar los compresores y transcurrido este tiempo dará la orden de parada.

Si en el tiempo de retardo se restaura la alarma se reseteará el tiempo y la señalización, volviéndose a excitar la solenoide de expansión.

5.3. BOMBAS CIRCUITO SECUNDARIO AC (BSAC)

Existirán dos bombas de glicol circuito secundario, una de ellas de reserva, mandadas ambas a través de un selector AUT-0-MAN.

Se podrá seleccionar la secuencia en modo automático o manual, en AUT las bombas arrancarán según horas de funcionamiento. En MAN se podrá seleccionar la Secuencia entre las tres bombas.

En "MAN" trabajará la bomba directamente sin ninguna condición siempre que no estén en alarma por fallo térmico.

EN "AUT" trabajarán a través de la señal del "transmisor de temperatura presión de impulsión". Existirá un set-point (SP) de presión p. ej. 3 bar en base al cual arrancaremos o pararemos la bomba y variaremos frecuencia entre 30 y 50 Hz para mantener siempre la presión fijada.

6. CIRCUITO DE CONDENSACIÓN

6.1. CONDENSADORES EVAPORATIVOS

Elementos de la instalación:

- Ventiladores
- Bombas de agua
- Transmisor de presión de alta

Existirá un selector AUT-0-MAN para cada condensador.

Seleccionaremos la secuencia de arranque entre los 3 condensadores existentes, esta podrá ser manual o automático (por horas de funcionamiento).

El *set point* (SP) de presión de condensación será un SP variable (condensación flotante), incorporando un algoritmo que calcule el SP en función de las condiciones ambientales y carga frigorífica demandada por la instalación en cada momento.

Lo que se pretende es encontrar una consigna de presión de condensación que nos permita, en cada momento, tener una velocidad óptima de los ventiladores que minimice la suma de las potencias de compresores y condensadores. Esta velocidad será además dependiente en cada momento de la capacidad frigorífica demandada y de la temperatura húmeda.

Como seguridad ante fallo de medida de la instrumentación, a por condiciones ambientales muy diferentes a las esperadas en la zona climática donde se encuentra ubicada la instalación, se incluirán unos límites en el SP de presión de condensación calculado por el programa, un límite inferior de 7 bar y el superior de 14 bar.

SEÑALES A MEDIR

- Temperatura húmeda ambiente.
- Temperatura seca ambiente.
- Presión de condensación.
- Consumo eléctrico (potencia eléctrica instantánea demandada) por los compresores.
- % de capacidad de los compresores

CONSTANTES A DEFINIR EN PROGRAMA (FIJAS)

- Límite inferior de *Set Point* (SP) de presión de condensación: 7 bar.
- Límite superior de *Set Point* (SP) de presión de condensación: 14 bar.

SEÑALES A GENERAR POR EL PROGRAMA

- *Set Point* (SP) de presión de condensación.

Temperatura de condensación óptima = $6,6 + 0,86 * Th + 7,52 * \text{Factor de carga (en tanto por uno)}$.

Por ejemplo: $Th = 20^{\circ}\text{C}$ y Factor de Carga = 0.6 (60%), entonces la Temperatura de condensación óptima sería

Temperatura de condensación óptima = $6,6 + 0,86 * Th + 7,52 * \text{Factor de carga (en tanto por uno)}$ = $6,6 + 0,86 * 20 + 7,52 * 0,6 = 28,3^{\circ}\text{C}$

Etapas de condensadores para conseguir el SP calculado:

- 1- Primera bomba de agua en secuencia
- 2- Segunda bomba de agua
- 3- Tercera bomba de agua
- 4- Primer ventilador en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 5- Segundo ventilador en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 6- Tercer ventilador en secuencia a mínima frecuencia (30 Hz).
- 7- Todos los ventiladores en marcha regularan velocidad a la vez (entre 30 y 50 Hz) a través de un PID ó PI.

Los ventiladores mantendrán la presión de consigna subiendo etapas siempre en este orden y bajando en el orden inverso, si algún condensador esta fuera de servicio lo sacaremos de la secuencia.

7. DETECTORES DE AMONIACO

8. BOMBA DESAGÜE DEPÓSITO ENTERRADO