

materiales didácticos de aula
formación profesional específica

Técnico en Montaje y Mantenimiento de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor

CICLO FORMATIVO DE GRADO MEDIO

FORMACIÓN PROFESIONAL

Unidad **7**

Termostatos



MÓDULO

Máquinas y Equipos Frigoríficos



FORMACIÓN PROFESIONAL

Principado de Asturias

SUMARIO GENERAL

1. La automatización de un sistema frigorífico	5
2. Los Termostatos	6
2.1 Características de los termostatos	7
2.1.1 Diferencial	8
2.1.2 Gama de funcionamiento	8
2.1.3 Rearme	9
2.1.4 Carga de los contactos	9
2.1.5 Sistema de contactos	10
2.1.6 Caga de bulbo	10
2.2 Termostatos especiales	12
2.2.1 Termostato doble	12
2.2.2 Termostato electrónico	12
2.2.3 Termostato con zona neutra	13
2.3 Ajuste del Termostato	15
2.4 Selección del Termostato	15
2.5 Instalación del Termostato	17
ACTIVIDADES	19

OBJETIVOS

- ✚ Describir la función de los termostatos.
 - ✚ Analizar las características técnicas más relevantes de los diferentes termostatos
 - ✚ Analizar los circuitos de conexionado de los termostatos y transmisores de señal.
-

CONCEPTOS

- ✚ Termostatos: tipos, aplicaciones, conexiones, características técnicas,
 - ✚ Selección de un termostato
 - ✚ Termostatos electrónicos
 - ✚ Transmisores de señal: tipos, aplicaciones, conexiones, características
-

PROCEDIMIENTOS

- ✚ Manejo de catálogos de fabricantes identificando las características principales de los termostatos, seleccionando el dispositivo adecuado para las aplicaciones que se planteen.
 - ✚ Manipular los distintos termostatos estudiados.
 - ✚ Análisis de las instrucciones facilitadas por los fabricantes de termostatos: conexiones, funcionamiento, instalación, ...
-

INTRODUCCION

Una máquina frigorífica puede funcionar sólo con cuatro elementos básicos, desde el punto de vista teórico, pero en la práctica lleva asociados otros aparatos que permiten automatizar y mejorar sus prestaciones.

Para automatizar el funcionamiento de la máquina precisamos, por ejemplo, un termostato para controlar la temperatura del medio que se pretende enfriar.

Si queremos, por ejemplo, proteger la máquina contra temperaturas excesivas del gas de descarga también utilizaremos un termostato.

Las dos situaciones anteriores se podrían resolver empleando transmisores de señal con termorresistencias, por ejemplo.

En cualquier caso vemos que han surgido dos términos distintos: automatizar y proteger. Estudiaremos en esta unidad una serie de dispositivos que permiten realizar estas dos funciones para que la máquina resulte más eficaz y segura: termostatos, presostatos, transmisores de señal, controladores electrónicos,...

1. La automatización de un sistema frigorífico

La máquina frigorífica funciona de forma automática. Cuando la temperatura en el espacio que se quiere enfriar aumenta, el compresor se pone en marcha hasta que la temperatura disminuye por debajo del valor previsto, momento en el cual el compresor se detiene. Esta operación que en principio puede parecer sencilla, ya que con un termostato se podría resolver, en la práctica se complica debido a que es preciso optimizar el funcionamiento de la máquina.

En la unidad 5 hemos comprobado cómo se puede formar escarcha en el evaporador; también sabemos que ésta se elimina de forma automática aportando calor o parando la máquina, pero ¿qué aparatos son necesarios para llevar a cabo esta tarea? Por ejemplo podemos emplear válvulas solenoide, si el aporte de calor se realiza con el propio refrigerante descargado por el compresor. Pero ¿cuando deberíamos detener el aporte de calor? Parece evidente que cuando no quede escarcha; aunque ¿cómo sabremos que no queda escarcha? Para verificarlo podríamos utilizar un termostato o también podríamos comprobar el espesor de la escarcha mediante células fotoeléctricas.

Otro ejemplo de utilización de aparatos para automatizar el funcionamiento de una máquina, y lograr así su correcto funcionamiento, es el uso de un presostato para controlar la presión de condensación mediante la puesta en marcha o paro de los ventiladores del condensador. Así se evitaría la disminución del rendimiento de la máquina provocado por una condensación excesiva.

Éstos son ejemplos de aplicaciones de instrumentos con el fin de automatizar el funcionamiento de una máquina, pero también se utilizan presostatos y termostatos para protegerla de, por ejemplo, presiones o temperaturas de descarga muy elevadas.

En una máquina frigorífica existen numerosos aparatos destinados a automatizar su funcionamiento, pero en esta unidad estudiaremos los recogidos en el siguiente cuadro.

APARATO	FUNCION
Termostatos	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación: control de la temperatura de la cámara. • Seguridad: limitar la temperatura.
Presostatos	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación: control del compresor y presión alta. • Seguridad: limitar presión y diferencial de aceite.
Válvulas solenoide	<ul style="list-style-type: none"> • Automatizar funcionamiento máquina.
Controles electrónicos	<ul style="list-style-type: none"> • Control y automatización máquina.

Tabla 1: Ejemplos de aplicaciones de instrumentos.

2. Los Termostatos

Los termostatos cumplen numerosas funciones en la máquina frigorífica, pero ¿qué termostato utilizar en cada caso? ¿Cómo regular el termostato? ¿Podemos conectar directamente un termostato a un motor monofásico? A estas y otras preguntas similares trataremos de responder en este apartado.

Un termostato es un dispositivo de control que actúa abriendo o cerrando un contacto de un circuito eléctrico en función de las variaciones de temperatura del lugar dónde se encuentre su elemento sensor o bulbo.

En una máquina frigorífica el termostato tiene múltiples aplicaciones entre las que podemos citar las siguientes:

- ✚ Control de la temperatura ambiente del medio a enfriar.
- ✚ Control del desescarche: fin de desescarche por temperatura, retardo ventiladores...
- ✚ Control de la temperatura del aceite del compresor y del refrigerante en la tubería de descarga.
- ✚ Control de la temperatura de la resistencia de desescarche.

Las dos aplicaciones citadas en primer lugar podemos clasificarlas como aplicaciones para automatizar la máquina, mientras que las dos últimas son aplicaciones de seguridad.



Fig. 1: Distintos modelos de termostatos de la firma Danfoss.



El termostato puede cumplir una función de seguridad o de automatización.

En la figura 2 puedes ver un termostato sin carcasa en el que se aprecian las escalas para el ajuste del set point o punto de consigna (tmax) y para el ajuste del diferencial (Diff). También puedes apreciar los terminales para los contactos eléctricos (1,2 ,4).

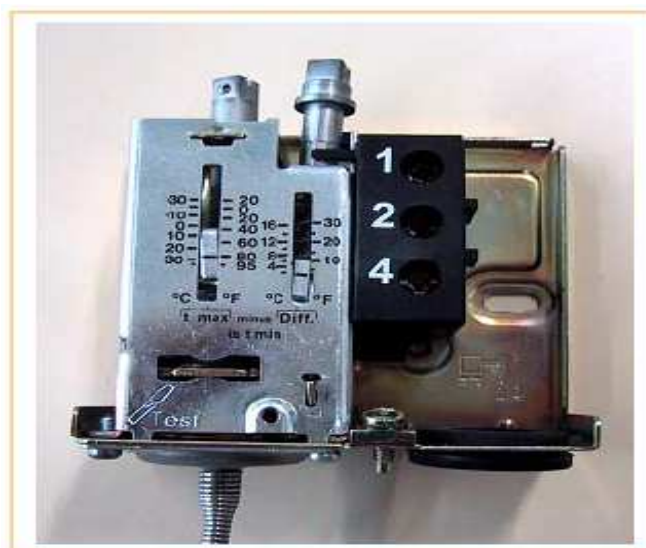


Fig. 2: Termostato sin carcasa y detalle de los contactos eléctricos.

2.1 Características de los termostatos

¿Qué características hemos de tener en cuenta a la hora de elegir o manejar un termostato? Fíjate en los datos que facilitan los fabricantes en sus catálogos (tabla 2) y analicemos después cada uno por separado.

Gama de funcionamiento UT 72 (aplicación universal) UT 73 (contra hielo)	<ul style="list-style-type: none"> • -30 → 30°C • 0 → 40°C
Temperatura ambiente	-30 → 55 °C
Rearme	Automático
Diferencial	Fijo, 2.3 K
Sistema de contactos	Inversor unipolar SPDT
Carga de los contactos	AC 1: 10 A, 250/380 V (óhmica) AC 11: 2.5 A, 250/380 V (inductiva)

Tabla 2: Datos técnicos de un termostato universal Danfoss.

2.1.1 Diferencial

El diferencial es la diferencia entre la temperatura de conexión y desconexión, o dicho de otra forma, la diferencia entre las temperaturas a las que los contactos cambian de posición.

El diferencial puede ser fijo, 2,3 K (caso de la tabla de datos anterior), o ajustable. En éste caso debes prestar especial atención al ajuste, ya que éste varía con el ajuste de la consigna o set point.

Los fabricantes suelen indicar la forma en que se produce dicha variación. En la figura 3 se muestra la información facilitada por DANFOSS para uno de sus termostatos RT2 con carga de vapor.

Como podemos ver en la figura 3, se ha ajustado el termostato para una temperatura negativa de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ y el diferencial se ha ajustado para 1.7 K, pero en cambio en valor del diferencial con el que el termostato trabaja realmente (diferencial obtenido) es de $6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Fíjate en la gran diferencia que se produce, en este caso, entre el valor ajustado y el valor obtenido.

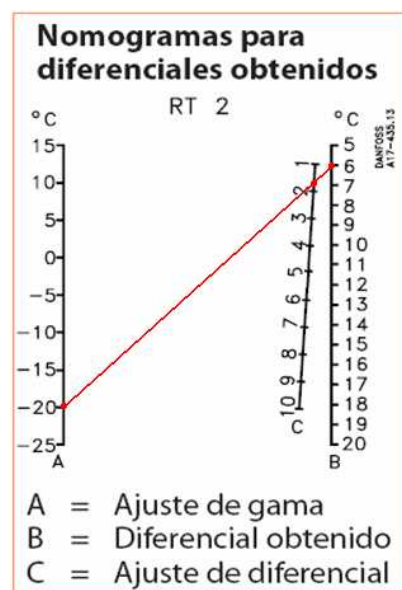
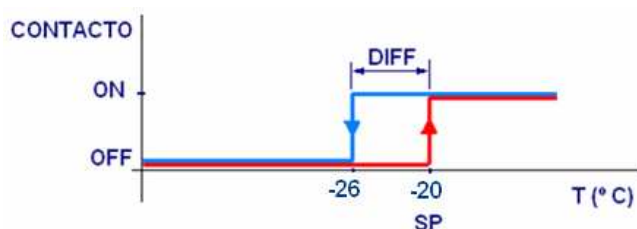


Fig. 3: Nomograma para ajuste del diferencial (DANFOSS).

2.1.2 Gama de funcionamiento

La gama de funcionamiento indica el intervalo de temperaturas que es posible ajustar en el set point o punto de consigna. Cuanto mayor es este intervalo menor es la sensibilidad del termostato.

2.1.3 Rearme

El rearme de un termostato puede ser manual o automático e indica cómo retornan a la posición inicial, después de un cambio, los contactos del aparato.

Si el rearme es manual debemos accionar un botón para devolver los contactos a la posición original, cuando la temperatura haya superado el valor correspondiente.

Si por el contrario el rearme es automático los contactos retornan automáticamente a su posición original cuando la temperatura supere dicho valor.

En la figura 4 puede verse el botón de reset de un termostato DANFOSS.

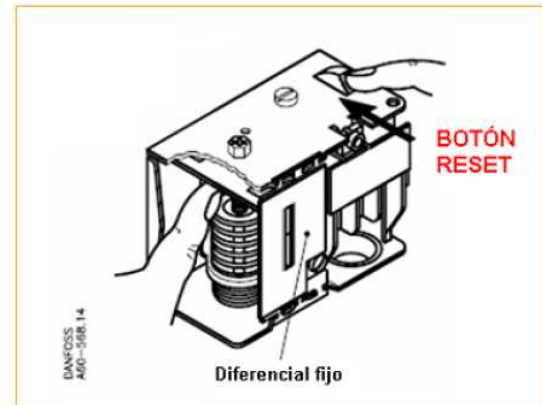


Fig. 4: Detalle botón reset termostato DANFOSS.



Los termostatos con rearme manual no deben emplearse para funciones de automatización.

2.1.4 Carga de los contactos

Este parámetro indica la intensidad máxima que puede pasar por los contactos de forma permanente sin que sufran deterioro.

Generalmente se indica para una categoría de empleo dada, en corriente alterna o corriente continua (AC1, AC 3,...) o bien señalando directamente el régimen de carga del motor.

Este dato es muy importante si queremos conectar el termostato en serie con el motor (obviamente sólo es posible en motores monofásicos) ya que la intensidad nominal del motor no debe superar al valor de carga de los contactos.

2.1.5 Sistema de contactos

Generalmente los termostatos incorporan un contacto conmutado unipolar (SPDT Single pole, double throw). En la figura 5 aparece el esquema de conexiones para los termostatos DANFOSS. Cuando la temperatura es superior a la seleccionada en el ajuste de gama, el contacto se activa (ON) y cambia de posición, es decir, pasa a ocupar la posición 1-4 funcionando el compresor. Por otro lado, cuando la temperatura baja por debajo de la temperatura ajustada menos el diferencial, el contacto se desactiva (OFF) y pasa a la posición 1-2. OJO, observa que en la figura 5 la indicación que proporciona Danfoss en el esquema eléctrico NO corresponde con la normativa eléctrica que dice “los contactos se representan sin accionar y sin tensión” y en este caso Danfoss lo representa en la posición 1-4 que corresponde a su estado accionado cuando la temperatura está por encima del SP.

En la propia figura 5, se puede ver que el motor que acciona el compresor se pone en serie con el contacto en la posición 1-4, por lo que el funcionamiento del compresor sería como se indica en la misma figura 5.



Fig. 5: Contactos para termostato DANFOSS.

2.1.6 Carga de bulbo

Las cargas del bulbo utilizadas en los termostatos son similares a las empleadas en las válvulas de expansión termostáticas (VETs) y por tanto no las describiremos aquí con detalle. No obstante, un aspecto importante que se debe tener en cuenta para las distintas cargas de bulbo es su tiempo de respuesta, compruébalo en siguiente tabla.

CARGA BULBO	TIEMPO RESPUESTA
Vapor	Muy rápido
Líquido	Rápido
Adsorción	Lento

Tabla 3: Tiempos de respuesta característicos para los distintos tipos de carga de bulbo.

Los catálogos de los fabricantes suelen indicar cuál es la carga del bulbo más adecuada para cada caso. Una diferencia a reseñar respecto a las VETs, es que cuando la carga del bulbo es del tipo vapor, y para evitar que el fuelle pueda encontrarse más frío que el bulbo, algunos fabricantes incorporan en el termostato una resistencia para calentamiento del fuelle, tal y como se puede observar en el circuito representado en la figura 6.

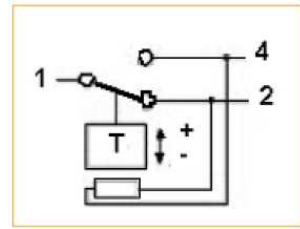


Fig. 6: Termostato ALCO con resistencia para fuelle.

Existen distintos tipos de bulbos según la aplicación. En los catálogos de los fabricantes aparece la información sobre los distintos tipos de bulbos, que generalmente están identificados con una letra.

Carga de absorción		Sensor remoto de doble contacto	Carga de vapor		Tubo capilar recto
		Sensor remoto cilíndrico			Serpentín de aire remoto
		Sensor de bobina capilar (incorporado al termostato)			Sensor de bobina capilar (incorporado al termostato)
		Sensor de bobina capilar (para montaje en conducto)			

Tabla 4: Bulbos para los termostatos Danfoss serie KP.

ACTIVIDAD 1: Existen características que pueden aparecer en los datos técnicos de los termostatos y que debes interpretar correctamente, como por ejemplo “rearme manual mínima” o “rearme manual máxima”, pero no los comentaremos aquí. Debes investigar en los catálogos cual es su significado. Te recomendamos la página web de Danfoss:

<http://www.Danfoss.com/Spain/>

También podrás encontrar información técnica de los termostatos del fabricante Alco Controls en la web:

<http://www.ecopeland.com/alcoliterature.cfm?section=alco3>

2.2 Termostatos especiales

Alguno de los termostatos utilizados en sistemas de refrigeración presentan determinadas particularidades que los hacen especiales. Vamos a describirlos a continuación.

2.2.1 Termostato doble

Este tipo de termostato incorpora dos bulbos y se emplea para proteger la máquina contra temperaturas de descarga muy altas y para mantener la temperatura del aceite en valores adecuados. Fíjate en el esquema representado en la figura 7.

Cuando la temperatura del aceite es baja el contacto OIL está en posición A-B y circula corriente por una resistencia Q que caliente dicho aceite hasta que alcanza la temperatura adecuada y el contacto pasa a la posición representada. Por otro lado si la temperatura de descarga está por encima del valor ajustado el contacto HT se abre y el compresor para.

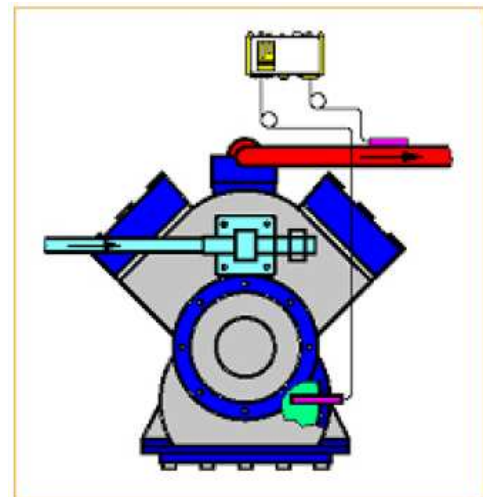
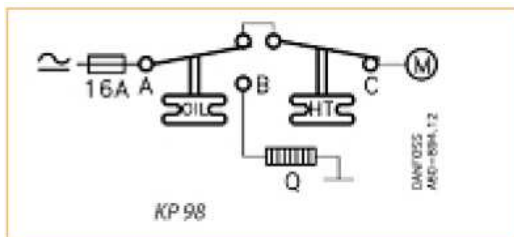


Fig. 7: Contactos e instalación del termostato doble DANFOSS KP 98.

2.2.2 Termostato electrónico

En la actualidad se emplean con mucha frecuencia los termostatos electrónicos, que además de llevar la función de termostato, suelen llevar la función de termómetro.



Recuerda que un termostato no mide la temperatura, esa función la realizan los termómetros.

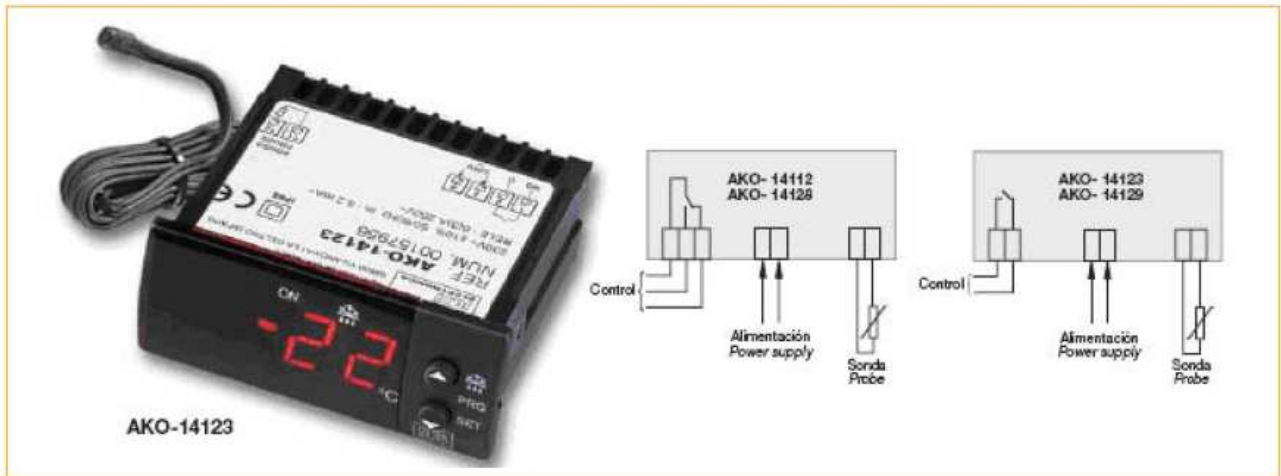


Fig.8: Termostato electrónico AKO y esquemas de conexionado.

Este tipo de termostatos son fáciles de manejar y es posible programar de forma sencilla el diferencial, el tipo de sonda a conectar, la calibración de la sonda, las alarmas... por lo que su flexibilidad es muy grande.

2.2.3 Termostato con zona neutra

Los termostatos con zona neutra (también llamada zona muerta) se emplean a menudo en instalaciones con bomba de calor. Existen numerosos modelos: con uno o dos contactos, electrónicos, con el ajuste de la zona neutra simétricamente respecto del set point, etc.

Podemos definir la zona neutra de un termostato como la banda limitada por dos valores entre los cuales los dos contactos se encuentran en OFF (desactivados). En el caso de que el termostato sólo lleve un contacto, entonces éste tiene una posición en la que el borne común no se conecta a ninguna de las salidas tal y como se representa en la figura 9.

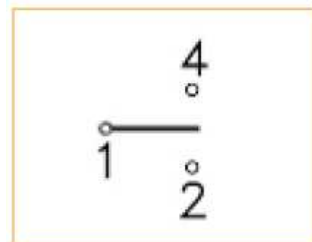


Fig. 9: Contacto de un termostato cuando la temperatura se encuentra en la zona neutra.

En la figura 10 aparece el esquema de conexiones de un termostato para una bomba de calor que incorpora dos contactos, uno para frío y otro para calor. En este caso la zona neutra (ZN) se sitúa por encima del set point (SP). La diferencia en la conmutación de los contactos se debe al diferencial, que en este caso no es ajustable.

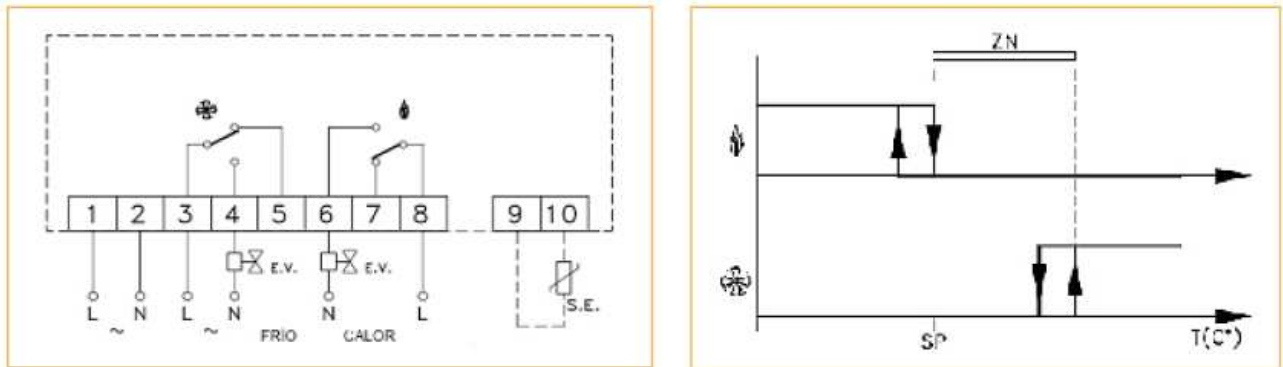
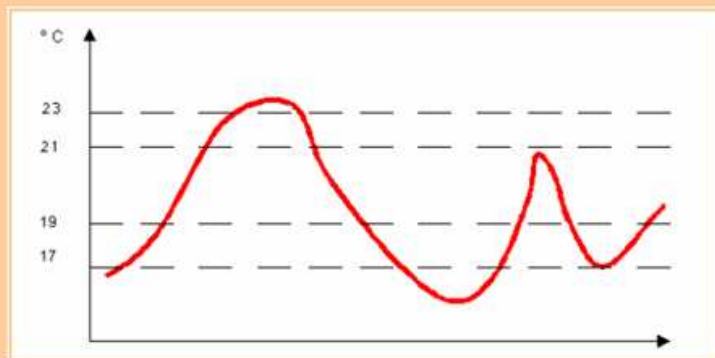
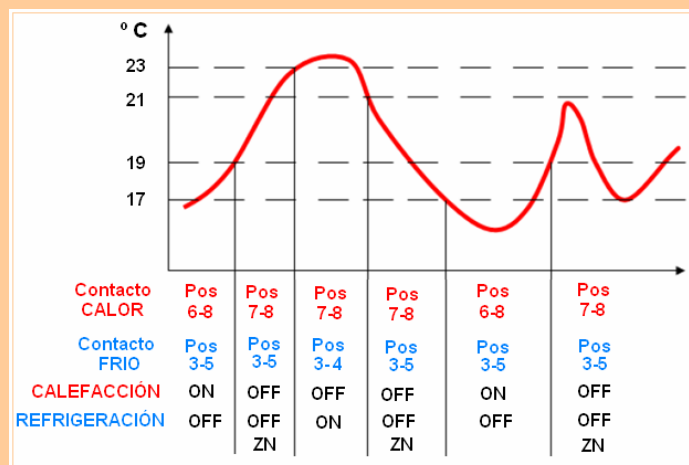


Fig. 10: Esquema conexión y diagrama de funcionamiento de termostato con zona neutra.

CUESTION 1: Indica cómo se encontrarán los contactos del termostato de la figura 12 si la temperatura varía como se indica en el siguiente gráfico y los ajustes son SP=19 °C, ZN=4 °C y el diferencial es d e 2 °C.



SOLUCCION: La siguiente figura muestra cómo se encuentran los contactos del termostato, teniendo en cuenta la temperatura, ajuste y diferencial indicados:



2.3 Ajuste del Termostato

Recuerda que el termostato no mide temperatura y que, por tanto, para ajustarlo es recomendable utilizar un termómetro con el fin de contrastar los valores de temperatura con los puntos de corte ajustados en el termostato. Las escalas que aparecen en el termostato sólo debes utilizarlas de forma orientativa. Según el tipo de termostato, el ajuste puede variar. Como ejemplo en la figura 11 te indicamos cómo se ajusta el termostato de ALCO.

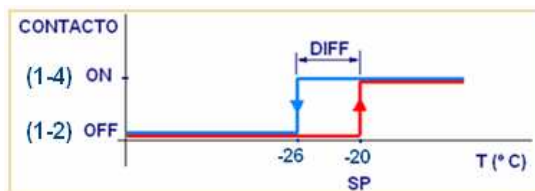
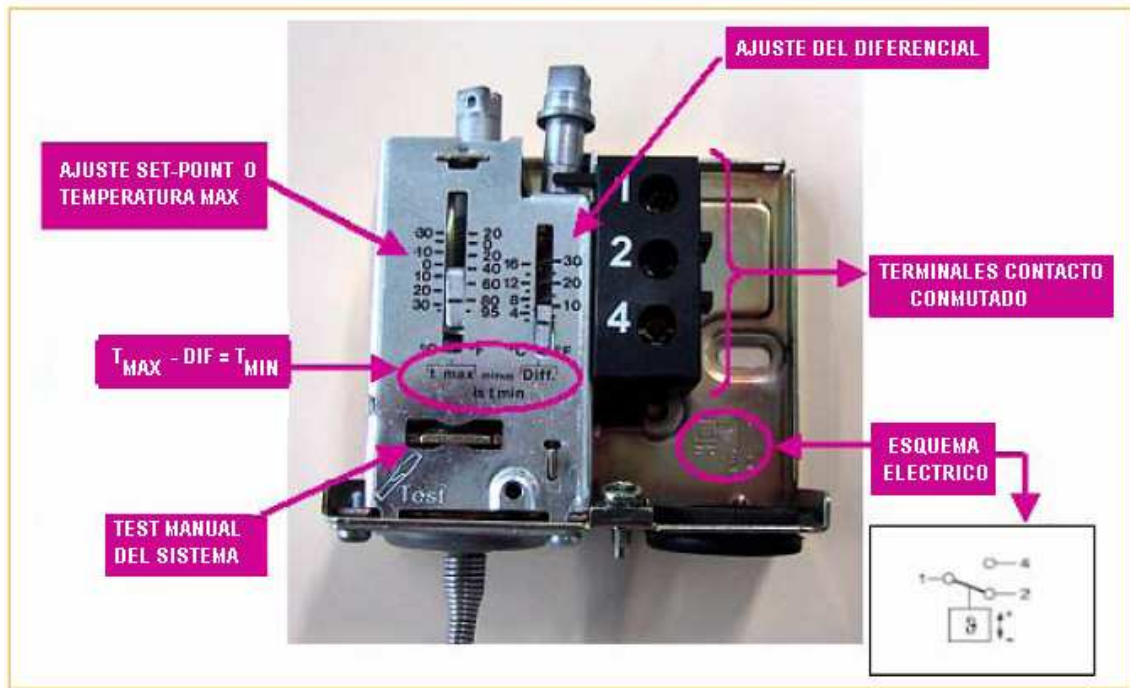


Fig. 11: Ajuste de un termostato ALCO.

2.4 Selección del Termostato

Los fabricantes proporcionan herramientas para la selección de sus termostatos, es el caso de Danfoss con la aplicación en Java denominada COOLLCAT, que nos permite introducir los parámetros requeridos y proporcionarnos una lista de termostatos que cumplirán con dichos parámetros.

Coolcat 2005

Danfoss

Termostatos

Type KP

Familia

→ Ajustes

Selección

Carga del sensor

Adsorción

Tipo de sensor: Bulbo remoto de contacto do...

Rearme: Auto

Gama: -25 -> 15

Diferencial °C

Baja: 4 -> 10

Alta: 3.5 -> 9

Sistema contactos: SPDT

Long. tubo cap.: 2m



El sensor se puede situar en un lugar más caliente o más frío que la carcasa del termostato.

Página 2 de 3

Coolcat 2005

Danfoss

Termostatos

Type KP

Familia

Ajustes

→ Selección

Datos

Tipo	Termostato sencillo	Sistema contactos	SPDT
Gama	-25 -> 15 °C	Carga contacto	AC 1&3: 16A, 400V AC15: 10A, 400V DC13: 12W, 220V
Diferencial - Temp.baja	4 -> 10		
Diferencial - Temp.alta	3.5 -> 9 °C		
Rearme	Auto		
Tipo de sensor	Bulbo remoto de contacto doble		
Tamaño bulbo	10 dia.x85 mm		
Long. tubo cap.	2m		

Selección

Tipo: KP 73

Código

Control: 060L1118

Accesorios de montaje

Placa de ángulo

Placa de pared

Página 3 de 3

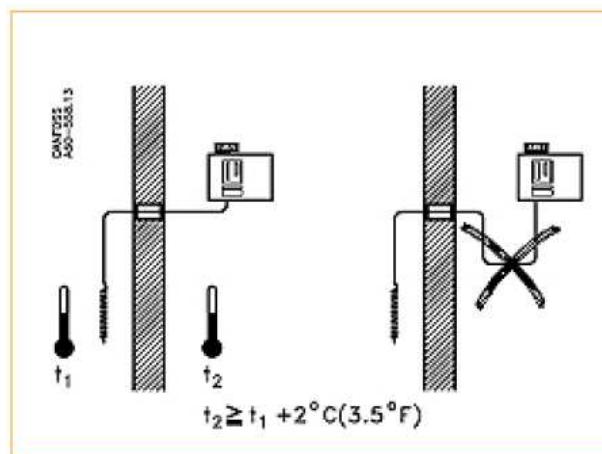
Figura 12 Aplicación en Java para la selección de Termostatos (Danfoss)

2.5 Instalación del Termostato

Los propios fabricantes facilitan las recomendaciones para la instalación de los termostatos y debes seguirlas convenientemente. A modo de ejemplo te indicamos algunas de dichas recomendaciones para los termostatos Danfoss de la serie KP.

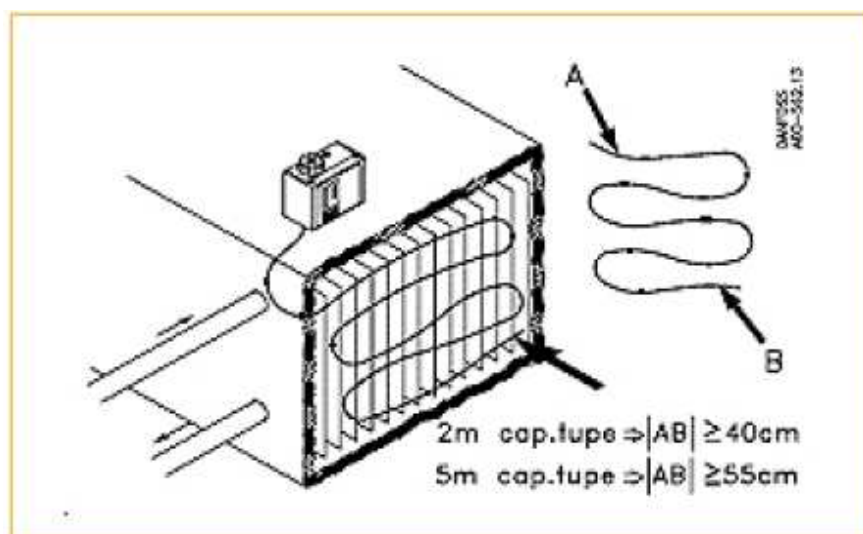
EJEMPLO

Instalación del bulbo en un termostato con carga de vapor. Observa que el bulbo debe encontrarse en el lugar más frío, como ya hemos comentado anteriormente, y que el capilar no debe montarse formando un sifón.

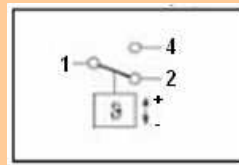
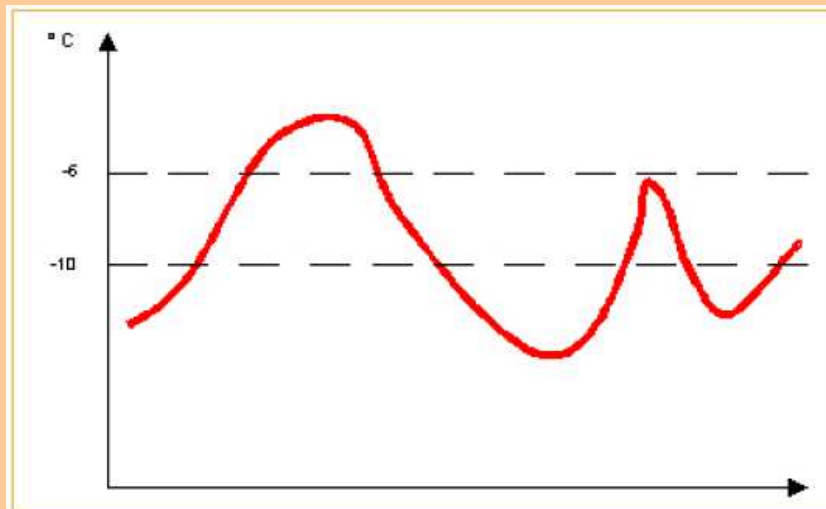


EJEMPLO

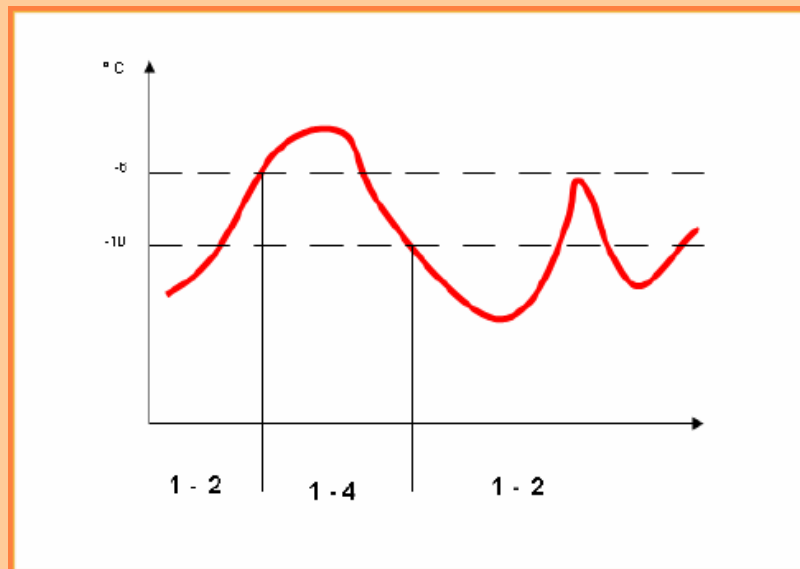
Forma de colocar el tubo capilar en función de su longitud.



CUESTION 2: Indica cómo se encontraran los contactos del termostato mostrado en la figura 11 si los ajustes del set point y del diferencial son $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ y la temperatura varía como se indica en la figura.



SOLUCCION: La siguiente figura muestra cómo se encuentran los contactos del termostato, teniendo en cuenta la temperatura, ajuste y diferencial indicados:



ACTIVIDADES

1. El termostato ambiente se instala:

- En la corriente de aire que sale del evaporador
- En la corriente de entrada de aire al evaporador
- En algún lugar de la cámara que no este influenciado por corrientes de aire o fuentes de calor diversas.

3. Un termostato con selector automático / paro:

- Permite desconectar la máquina de forma manual sin necesidad de modificar el ajuste de la temperatura
- Los termostatos no tienen esa función, ya que es propia del automatismo
- Permite conectar la máquina de forma permanente.

4. Un termostato con carga de vapor debe tener el bulbo en la parte más fría de todo el sistema, por lo que en algunos casos:

- Incorporan una resistencia de calentamiento del fuelle
- Debe aislarse convenientemente el bulbo
- No debe emplearse en aplicaciones de alta temperatura

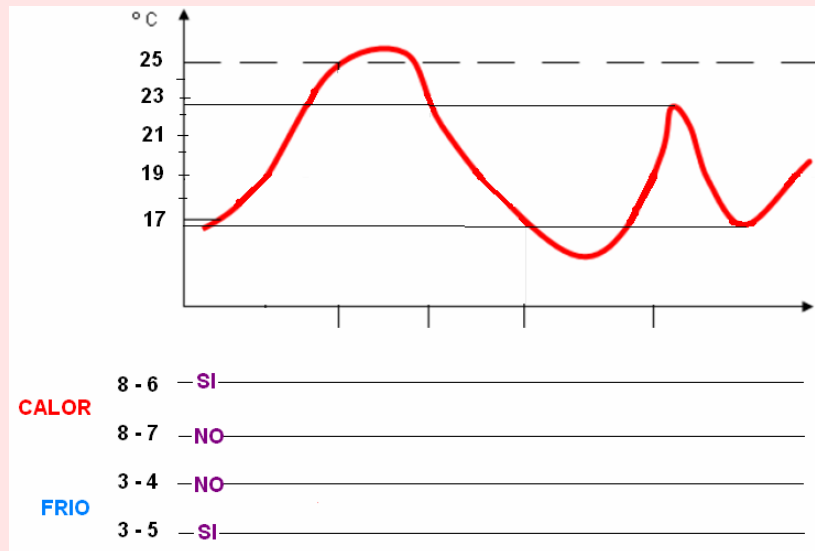
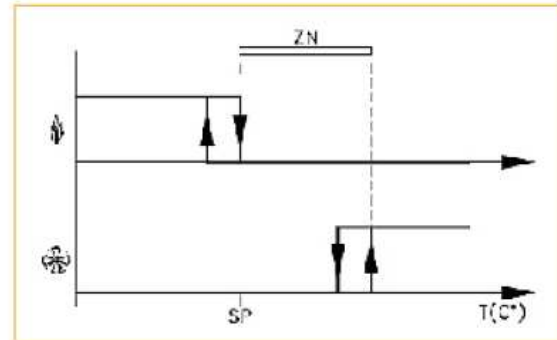
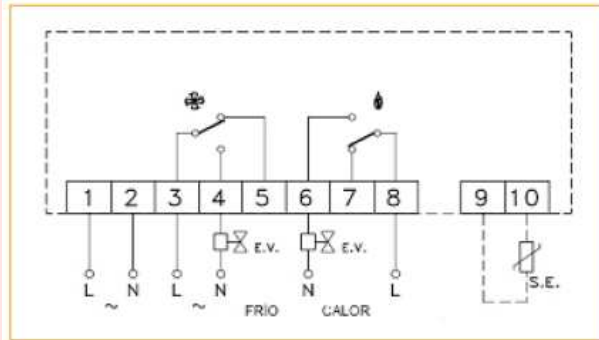
5. La capacidad de ruptura de un presostato o de un termostato hace referencia a:

- La mínima intensidad que puede pasar por los contactos.
- La máxima intensidad que puede pasar por los contactos sin que se deterioren durante un tiempo suficientemente largo.
- La presión o temperatura que pueden soportar sin que se produzca la ruptura de los contactos.

6. A. López quiere comprobar el funcionamiento de un termostato cuyo margen de regulación es de 8 a 45 °C utilizando un polímetro para medir continuidad en los contactos. Regulando la consigna a 20 °C y sujetando el bulbo con la mano, comprueba que el funcionamiento de los contactos es el correcto. En estas condiciones observa que entre los terminales 1 - 3 hay continuidad y entre los terminales 1 - 2 no. Si queremos emplear el termostato para poner en marcha un ventilador cuando la temperatura sea superior a la consigna, emplearemos los contactos:

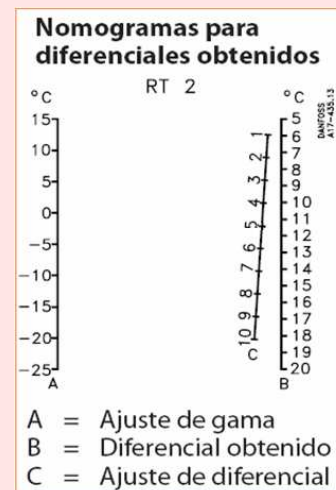
- 1 - 3.
- 1 - 2.
- Este termostato no sirve para esta aplicación dado que el contacto conmutado impide realizar este tipo de control.

7. Indica cómo se encontrarán los contactos del termostato electrónico con zona neutra de la figura 12 si la temperatura varía como se indica en el siguiente gráfico y los ajustes son SP=20 °C, ZN=3 °C y el diferencial es de 1 °C.



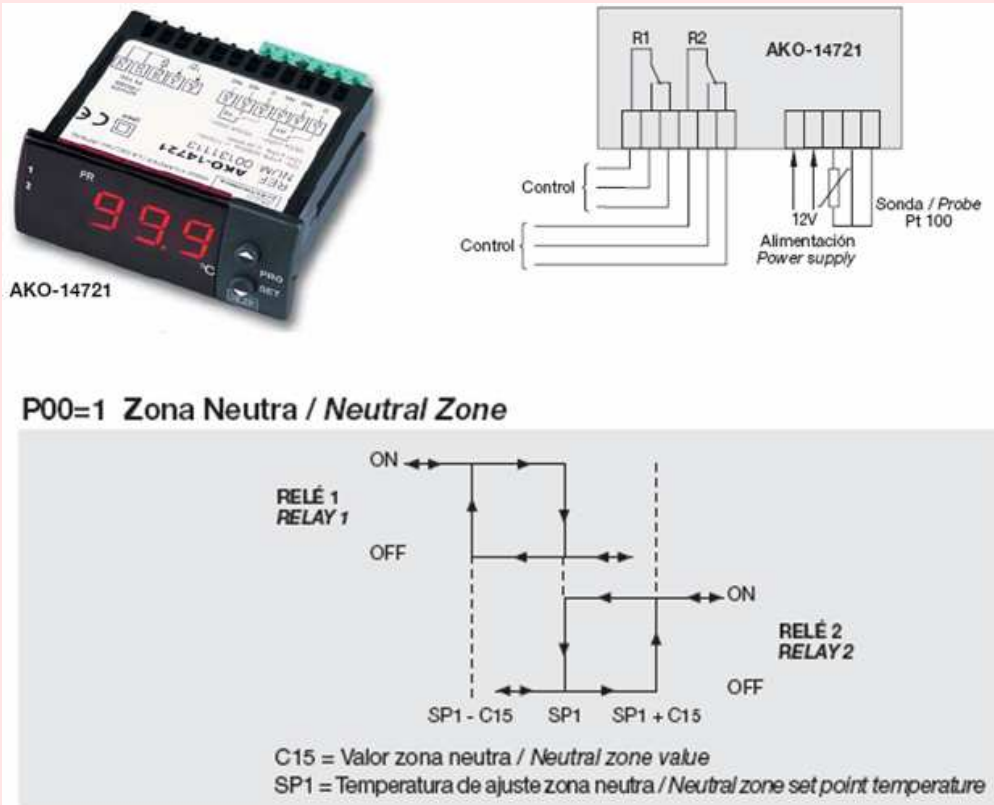
NOTA: Se indica al comienzo que el contacto de CALOR está en la posición 8-6 y el contacto de frío en la posición 3-5.

8. Indica con que diferencial debemos ajustar el termostato de DANFOSS RT2 con carga de vapor cuyo nomograma se indica, si hemos ajustado la temperatura de consigna a - 25 °C y el diferencial con el que debe trabajar el termostato sea de 6 °C.



9. En la figura aparecen datos de un termostato electrónico AKO con dos relés de salida y que se puede programar como termostato de zona neutra. A la vista de la información que aparece indica los ajustes que realizarías para C15 y SP1 si quieres que los límites de funcionamiento del frío y la calefacción sean 21 °C y 15 °C, respectivamente.

Dibuja las conexiones si hay dos válvulas solenoide, una para frío y otra para calefacción.



Técnico en Montaje y Mantenimiento
de Instalaciones de Frío, Climatización y Producción de Calor

materiales didácticos de aula



UNIÓN EUROPEA

Fondo Social Europeo



GOBIERNO DEL PRINCIPADO DE ASTURIAS

CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN Y CIENCIA



FORMACIÓN PROFESIONAL

Principado de Asturias