

## Capacidad Nominal de las Válvulas de Expansión Termostáticas

1	Propósito .....	1
2	Campo de aplicación .....	1
3	Definiciones .....	2
	3.1 Capacidad .....	2
	3.2 Sobrecalentamiento .....	3
4	Condiciones nominales para refrigerantes azeotrópicos .....	4
5	Condiciones nominales para refrigerantes mezcla zeotrópica: Ejemplo R407C .....	5
6	Unidades de capacidad y conversión a la norma ARI .....	7
7	Apéndice: Efecto del deslizamiento de temperatura en un condensador sin caídas de presión .....	8

### 1 Propósito

El propósito de esta declaración es el de proveer definiciones comunes en la terminología y en las condiciones nominales para válvulas de expansión termostáticas en el mercado Europeo de refrigeración y acondicionamiento del aire.

### 2 Campo de aplicación

Esta declaración es válida para válvulas de expansión termostáticas (en lo que sigue "TXV"). Una TXV es un dispositivo mecánico que controla el flujo másico del refrigerante detectando presión y temperatura. Otros dispositivos de expansión, tales como las válvulas automáticas de expansión, orificios o tubos capilares, están excluidos de esta declaración. Esta declaración es válida para un campo de temperatura de evaporación de -50 °C a +25 °C.

### 3 Definiciones

#### 3.1 Capacidad

La capacidad de las válvulas se define como la capacidad frigorífica ( $\dot{Q}_0$ ):

$$\dot{Q}_0 = \dot{m} \times \Delta h = \dot{m} \times (h_0 - h_c)$$

Donde:

$\dot{m}$  es el caudal másico

$h_0$  es la entalpía específica del gas saturado a la salida del evaporador

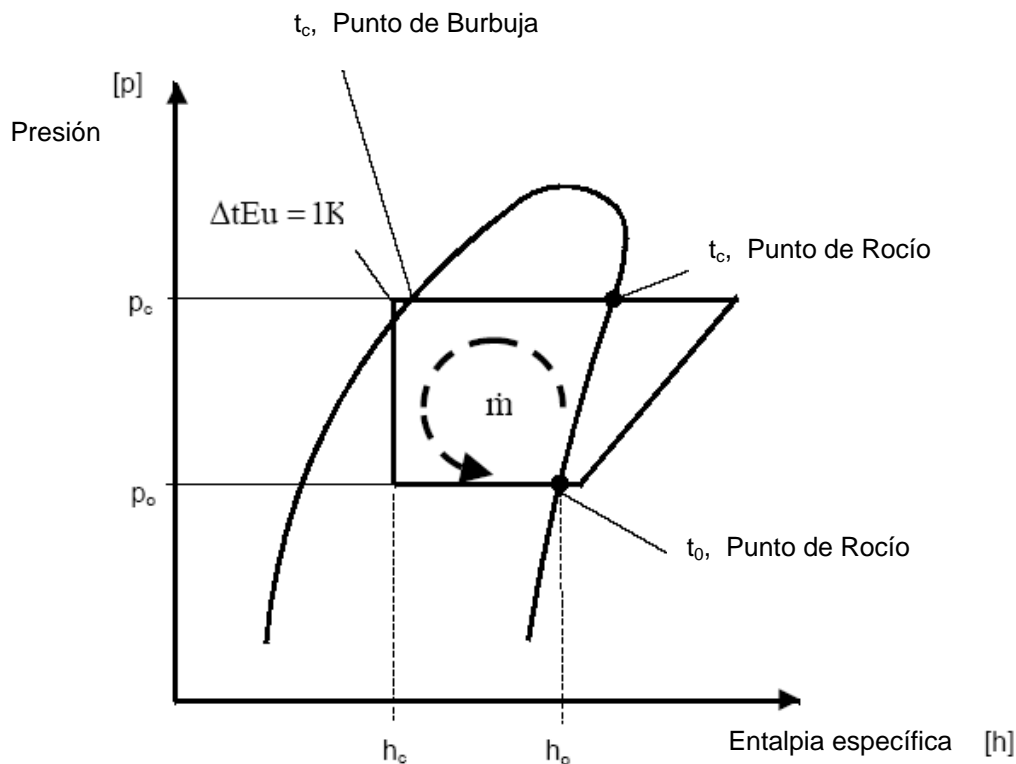
$h_c$  es la entalpía específica del refrigerante parcialmente evaporado a la entrada del evaporador

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005



La diferencia de entalpia depende de  $t_c$  (Punto de Burbuja de la condensación),  $\Delta t_{Eu}$  (Subenfriamiento del líquido refrigerante) y  $t_0$  (Punto de Rocío de la evaporación) (ver Fig. 1).



**Fig.1:** Diagrama Presión-Entalpia

$p_c$  Temperatura de Condensación en el Punto de Burbuja

$p_0$  Temperatura de Evaporación en el Punto de Rocío

El flujo másico a través de la válvula depende del tipo de refrigerante, del grado de abertura de la válvula y de la caída de presión a través de la válvula. Se asume que la caída de presión en distribuidores y en el evaporador es nula.

- La capacidad nominal ( $\dot{Q}_n$ ) se define como la capacidad dada por el fabricante de la válvula a las condiciones de referencia nominales (ver Fig. 2)
- La capacidad máxima ( $\dot{Q}_{max}$ ) se define como la mayor capacidad a las condiciones nominales de referencia.
- La capacidad de reserva ( $\dot{Q}_r$ ) se define como la diferencia entre  $\dot{Q}_{max}$  y  $\dot{Q}_n$

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005



## 3.2 Sobrecalentamiento

- El Sobrecalentamiento (SH *Superheat en inglés*) se define como la diferencia entre la temperatura medida y la temperatura de saturación del refrigerante.
- El Sobrecalentamiento Estático (SS *Static Superheat en inglés*) se refiere exclusivamente a la TXV y se define como el sobrecalentamiento por debajo del cual la válvula permanece cerrada y por encima del cual la válvula empieza a abrirse.
- El Sobrecalentamiento de Apertura (OS *Opening superheat en inglés*) es el sobrecalentamiento incremental por encima del SS que se requiere para alcanzar  $\dot{Q}_n$ .
- El Sobrecalentamiento de Trabajo (WS *Working Superheat en inglés*) es la suma de SS y OS y se puede medir en el campo.
- El Ajuste de Fábrica es el valor SS preajustado por el fabricante de la válvula a su entrega.

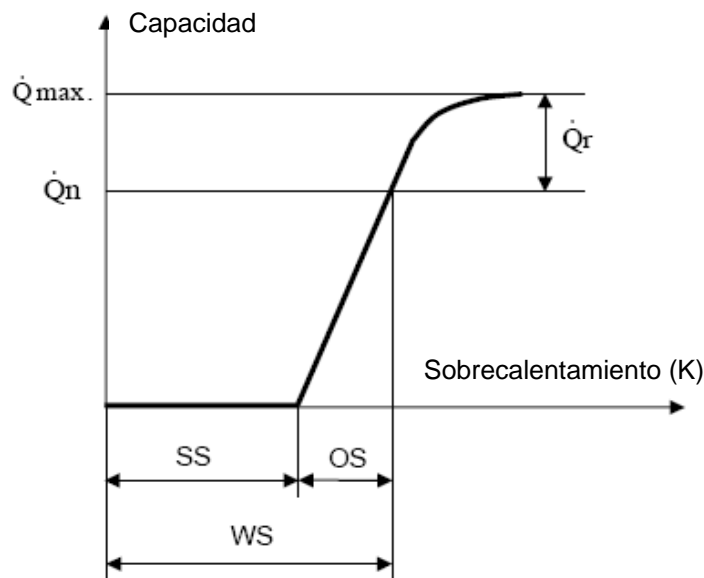
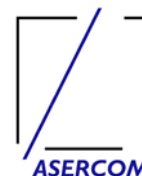


Fig 2: Diagrama de Capacidad – Sobrecalentamiento

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005



## 4 Condiciones de referencia nominales para refrigerantes azeotrópicos

La capacidad nominal de una TXV debe calcularse para las siguientes condiciones nominales:

Temperatura de evaporación	+4 °C
Temperatura de condensación	+38 °C
Subenfriamiento	1 K
Diferencial de presión nominal a través de la TXV	El diferencial de presión nominal es la diferencia de presiones a la temperatura nominal de condensación y a la temperatura nominal de evaporación
Sobrealentamiento estático	3 a 4 K
Sobrecalentamiento de Apertura	Max 5K para la capacidad nominal - ver nota debajo

**NOTA:** Hasta la capacidad nominal hay una relación lineal entre la capacidad y el sobrecalentamiento de apertura. Mayores sobrecalentamientos de apertura resultan en capacidades mayores y viceversa

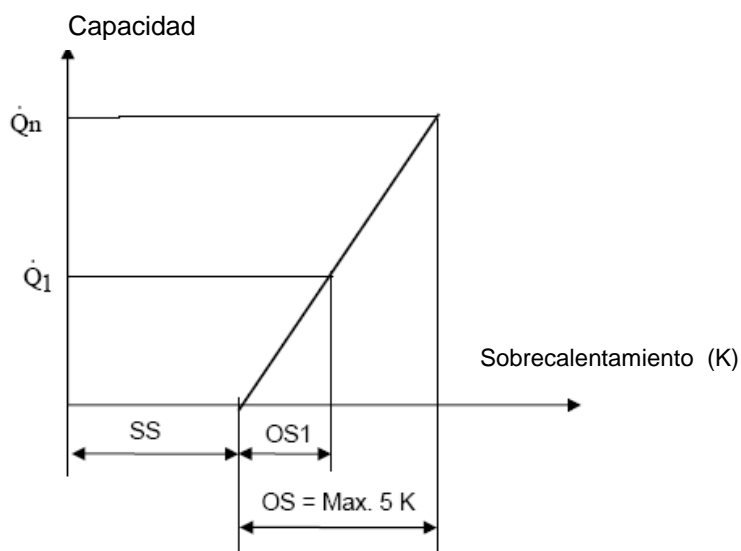
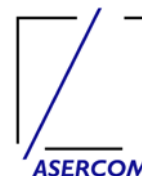


Fig 3: Diagrama de Capacidad – Sobrecalentamiento

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005



Diferencial de presión nominal para algunos refrigerantes comunes

Refrigerante	Presión de condensación $p_c$ a $t_c = +38$ °C bara	Presión de evaporación $p_0$ a $t_0 = +4$ °C bara	Diferencial de presión nominal a través de la TXV bar
R134a	9.63	3.38	6.25
R22	14.60	5.66	8.94
R404A	17.47	6.85	10.62
R507	17.86	7.12	10.74
R410A	23.03	9.03	14.00

NOTA 1: No estan listados todos los refrigerantes.

NOTA2: R404A es una mezcla zeotrópica pero debido a su pequeño deslizamiento de temperatura (*inglés: glide*) se comporta como un refrigerante azeotrópico a efectos de definición de las características nominales de las TXV.

En la práctica un sistema frigorífico tendrá caídas de presión, por consiguiente el diferencial de presión efectivo a través de la TXV es siempre inferior al diferencial de presión nominal y se puede calcular de la forma siguiente:

$$\Delta p_{\text{efectiva}} = p_c - (p_0 + \Delta p_L + \Delta p_F + \Delta p_{SI} + \Delta p_{SO} + \Delta p_{LD} + \Delta p_E)$$

Donde:

- $p_c$  Presión de condensación en el Punto de Burbuja (*Bubble Point*)
- $p_0$  Presión de evaporación en el Punto de Rocío (*Dew Point*)
- $\Delta p_L$  Caída de presión a través de toda la línea de líquido
- $\Delta p_F$  Caída de presión a través del filtro secador de la línea de líquido
- $\Delta p_{SI}$  Caída de presión a través del visor de la línea de líquido
- $\Delta p_{SO}$  Caída de presión a través de la electro válvula de la línea de líquido
- $\Delta p_{LD}$  Caída de presión a través del distribuidor de líquido al evaporador
- $\Delta p_E$  Caída de presión a través del evaporador

NOTA: Para calcular la capacidad nominal de la TXV se asume que todas las caídas de presión son nulas. No obstante, al seleccionar una TXV para una aplicación / instalación específica deben tomarse en consideración las caídas de presión en el sistema.

## 5 Condiciones de referencia nominales para refrigerantes mezcla zeotrópica. Ejemplo R407C

De forma opuesta a las sustancias puras (ej: R22, R134a, etc.) en las que el cambio de fase ocurre a temperatura / presión constante, la evaporación y la condensación de la mezcla zeotrópica R407C tiene la forma de un deslizamiento de temperatura (*inglés "glide"*, ej: a presión constante la temperatura varia dentro de un cierto rango) a través de los evaporadores y los condensadores.

Ello tiene impacto en la capacidad de las TXVs y también en otros componentes tales como el compresor y debe tomarse en consideración.

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005

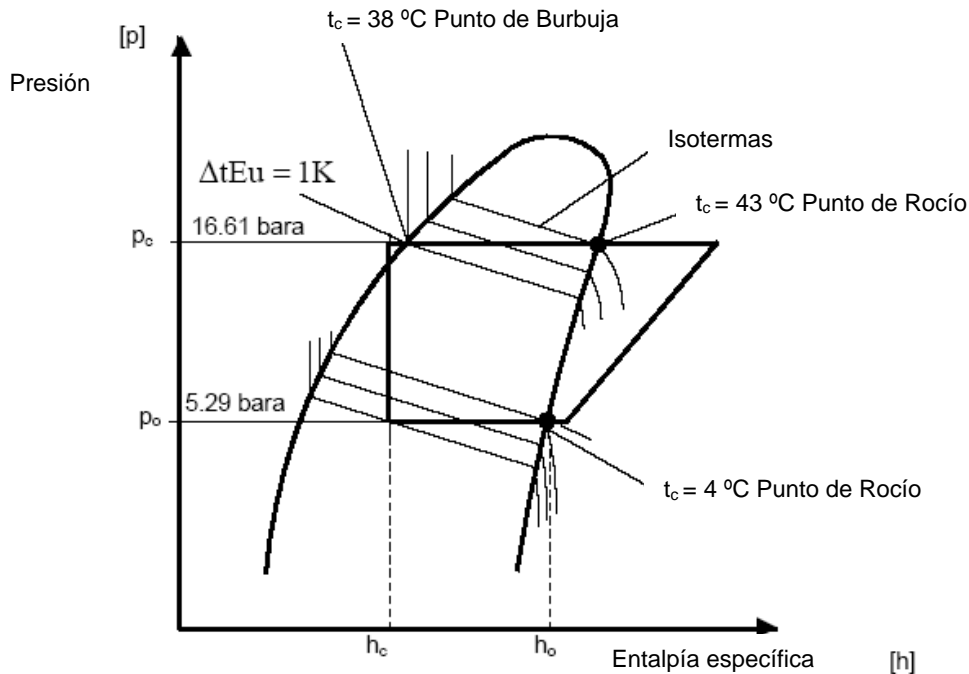


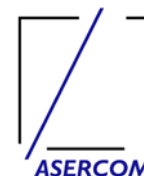
Fig. 4: Diagrama Presión - Entalpía

Temperatura de evaporación	+4 °C de punto de rocío
Presión de evaporación	5.29 bar-a
Temperatura de condensación	+38 °C Punto de Burbuja correspondientes a +43 °C Punto de Rocío
Presión de condensación	16.61 bar-a (se desprecia la caída de presión a través del condensador)
Subenfriamiento	1 K
Diferencial de presión nominal a través de la TXV	11.32 bar de diferencial
Sobrecalentamiento estático (Preajuste de fábrica)	3 a 4 K
Sobrecalentamiento de abertura	max 5 K

En el apéndice se puede encontrar la correlación entre los Puntos de Burbuja y los Puntos de Rocío para el refrigerante R407C

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005



## 6 Unidades de capacidad y conversión a la norma ARI

La capacidad de la TXV definida en esta declaración no se puede convertir directamente a las capacidades definidas por ARI debido a la diferencia en las condiciones nominales.

Esta declaración define el diferencial de presión termodinámico correspondiente a las temperaturas nominales.

La norma ARI caracteriza las TXV a diferenciales de presión dados, que no se corresponden termodinámicamente con las temperaturas nominales.

Condiciones nominales ARI para TXVs				Presión diferencial termodinámica correspondiente a las temperaturas de líquido y de evaporación, bar (psi)
Refrigerante	Temperatura Líquido °C (°F)	Temperatura Evaporación °C (°F)	Presiones diferenciales a través de la TXV nominales ARI, bar	
R134a	+37.8°C (+100F)	+4.4 °C (+40F)	4.14 (60 psi)	6.16 (89 psi)
R22			6.9 (100psi)	8.80 (128psi)
R404A				10.46 (152 psi)
R407C				11.17 (162 psi)
R507				10.56 (153 psi)
R410A			11.03 (160psi)	13.77 (200 psi)

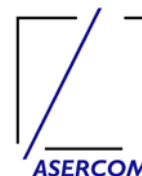
Comparación del diferencial de presión nominal bar (psi)

Refrigerante	Declaración ASERCOM +38.0 / + 4.0 °C	Norma ARI +37.8 / + 4.4 °C
R134a	6.25 (91 psi)	4.14 (60 psi)
R22	8.94 (130 psi)	6.9 (100 psi)
R404A	10.62 (154 psi)	6.9 (100 psi)
R407C	11.32 (164 psi)	6.9 (100 psi)
R507	10.74 (156 psi)	6.9 (100 psi)
R410A	14.00 (203 psi)	11.03 (160 psi)

Las capacidades en unidades métricas kW pueden convertirse a toneladas ARI si se toman en consideración las diferencias en las presiones diferenciales nominales.

# STATEMENT

Latest update: Sep-2005



## 7 Apéndice: Efecto del deslizamiento de temperatura en un condensador sin caídas de presión

R407C				
Presión de saturación		Temp. de Burbuja	Temp. de Rocío	Diferencial
pc, bara	pc, barg	tc, °C	to, °C	K
9.0	8.0	15	21	6
9.2	8.2	16	22	6
9.5	8.5	17	23	6
9.8	8.8	18	24	6
10.1	9.1	19	25	6
10.4	9.4	20	26	6
10.6	9.6	21	27	6
10.9	9.9	22	28	6
11.3	10.3	23	28	5
11.6	10.6	24	29	5
11.9	10.9	25	30	5
12.2	11.2	26	31	5
12.5	11.5	27	32	5
12.9	11.9	28	33	5
13.2	12.2	29	34	5
13.6	12.6	30	35	5
13.9	12.9	31	36	5
14.3	13.3	32	37	5
14.7	13.7	33	38	5
15.0	14.0	34	39	5
15.4	14.4	35	40	5
15.8	14.8	36	41	5
16.2	15.2	37	42	5
16.6	15.6	38	43	5
17.0	16.0	39	44	5
17.4	16.4	40	45	5
17.9	16.9	41	46	5
18.3	17.3	42	47	5
18.8	17.8	43	48	5
19.2	18.2	44	49	5
19.7	18.7	45	50	5
20.1	19.1	46	51	5
20.6	19.6	47	52	5
21.1	20.1	48	53	5
21.6	20.6	49	53	4
22.1	21.1	50	54	4
22.6	21.6	51	55	4
23.1	22.1	52	56	4
23.7	22.7	53	57	4
24.2	23.2	54	58	4
24.8	23.8	55	59	4
25.3	24.3	56	60	4

NOTA: Los valores de temperatura están redondeados

Estas recomendaciones se dirigen a profesionales y a fabricantes e instaladores de sistemas de refrigeración domésticos, comerciales e industriales. Han sido escritas en base a lo que ASERCOM considera ser el estado de los conocimientos científicos y técnicos en el momento de su preparación. Sin embargo, ASERCOM y sus asociados no pueden aceptar ningún tipo de responsabilidad con relación a cualquier medida –por acción u omisión– tomada en base a estas recomendaciones.