

Stima della capacità delle valvole di espansione termostatiche

- 1 Scopo
- 2 Campo di applicazione
- 3 Definizioni
 - 3.1 Capacità
 - 3.2 Surriscaldamento
- 4 Condizioni nominali per refrigeranti azeotropici
- 5 Condizioni nominali per refrigeranti zeotropici
- 6 Unità di misura della capacità e conversione nello standard ARI
- 7 Appendice: Effetto glide in un condensatore senza perdite di pressione

1 SCOPO

Il presente articolo si prefigge lo scopo di fornire definizioni comuni per la terminologia e le condizioni di funzionamento delle valvole di espansione termostatiche all'interno del mercato Europeo della refrigerazione e del condizionamento.

2 CAMPO DI APPLICAZIONE

Questo articolo riguarda le valvole di espansione termostatiche (indicate in seguito come "TXV"). Una TXV è un dispositivo meccanico che controlla il flusso della massa di refrigerante attraverso la rilevazione della pressione e della temperatura.

Gli altri dispositivi di espansione come valvole di espansione automatiche, orifizi, tubi capillari sono esclusi da questo articolo. Questo articolo è valido nel campo di temperatura di evaporazione da -50°C a $+25^{\circ}\text{C}$.

3 DEFINIZIONI

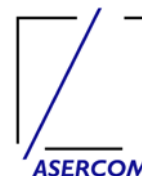
3.1 CAPACITÀ

La capacità della valvola è definita come capacità frigorifera (\dot{Q}_o):

$$\dot{Q}_o = \dot{m} \times \Delta h = \dot{m} \times (h_o - h_c)$$

STATEMENT

Ultimo Aggiornamento: Maggio 2011



Dove:

\dot{m} è la portata in massa

h_o è l'entalpia specifica del gas saturo all'uscita dell'evaporatore

h_c è l'entalpia specifica del gas refrigerante parzialmente evaporato all'entrata dell'evaporatore

L'entalpia differenziale è dipendente da t_c , (punto di ebollizione alla condensazione), Δt_{Eu} (sottoraffreddamento del refrigerante liquido) e t_o (temperatura di rugiada di evaporazione) (vedi figura 1).

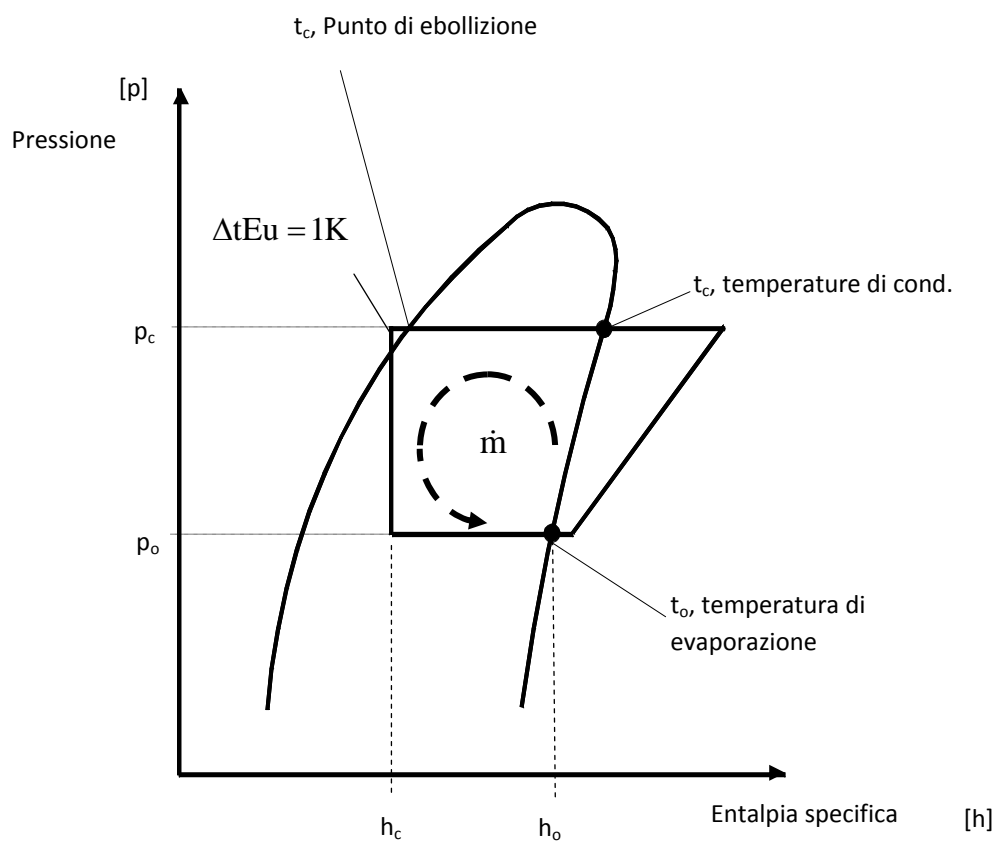


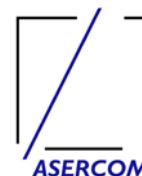
figura 1 : diagramma pressione-entalpia

p_c : pressione di condensazione al punto di ebollizione

p_o : pressione di evaporazione alla temperatura di rugiada

STATEMENT

Ultimo Aggiornamento: Maggio 2011



La portata in massa attraverso la valvola dipende dal tipo di refrigerante, dal grado di apertura della valvola e dalle perdite di carico sulla valvola. Le perdite di carico all'evaporatore e al condensatore sono assunte pari a zero.

- La capacità nominale (\dot{Q}_n) è definita come la capacità dichiarata dal costruttore della valvola nelle condizioni di funzionamento nominali (vedi figura 2)
- La capacità massima ($\dot{Q}_{max.}$) è definita come la massima capacità alle condizioni nominali
- La riserva di capacità (\dot{Q}_r) è definita come differenza tra $\dot{Q}_{max.}$ e \dot{Q}_n .

3.2 SURRISCALDAMENTO

- Il surriscaldamento (SH) è definito come differenza tra la temperatura misurata e la temperatura di saturazione del refrigerante.
- Il surriscaldamento statico (SS) si riferisce solo alle TXV ed è definito come il surriscaldamento al di sotto del quale la valvola rimane chiusa e al di sopra del quale la valvola comincia ad aprirsi.
- Il surriscaldamento di apertura (OS) è il surriscaldamento incrementale al di sopra di SS richiesto per ottenere \dot{Q}_n .
- Il surriscaldamento operativo (WS) è la somma di SS e OS e può essere misurato sul campo.
- Il settaggio di fabbrica è il valore predefinito di SS dichiarato dal costruttore della valvola alla consegna.

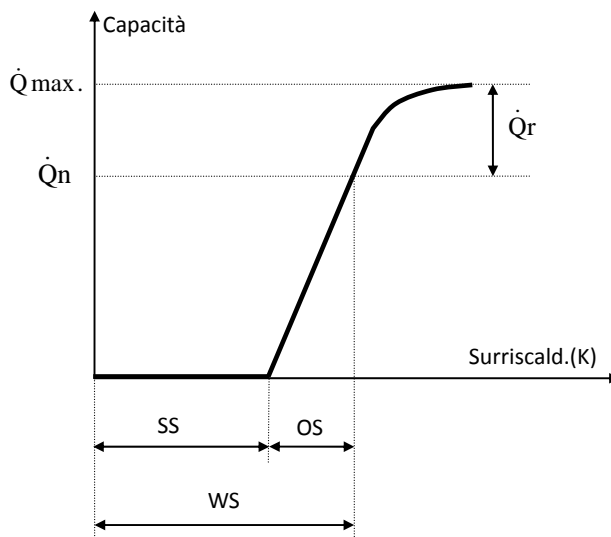


figura 2 : diagramma capacità -surriscaldamento

4 CONDIZIONI NOMINALI PER REFRIGERANTI AZEOTROPICI

La capacità nominale di una TXV deve essere calcolata alle seguenti condizioni nominali:

Temperatura di evaporazione	+4°C
Temperatura di condensazione	+38°C
Sottoraffreddamento	1 K
Differenza di pressione nominale ai capi di TXV	La differenza di pressione nominale è la differenza di pressione alla temperatura di evaporazione nominale e alla temperatura di condensazione nominale
Surriscaldamento statico	Da 3 a 4 K
Surriscaldamento di apertura	Max. 5K for rated capacity - see note below

NOTA: fino alla capacità nominale c'è una relazione lineare tra la capacità ed il surriscaldamento di apertura. Un surriscaldamento di apertura più alto implica una capacità più alta e viceversa.

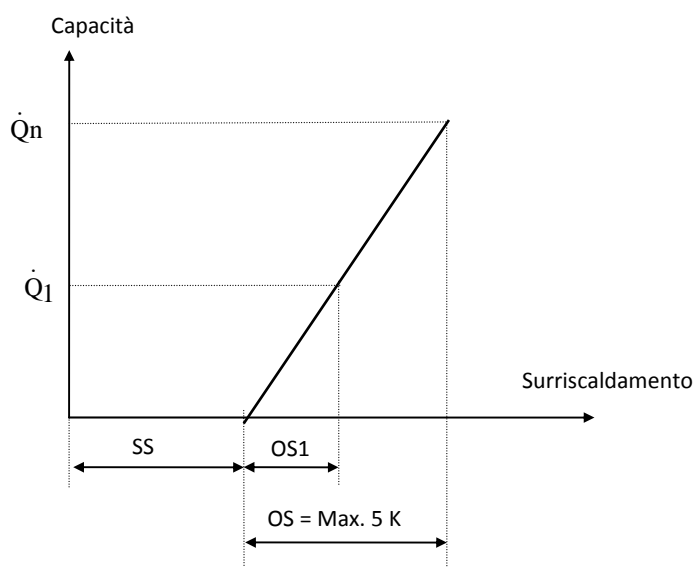


figura 3: capacità-diagramma surriscaldamento

Pressioni differenziali nominali per alcuni refrigeranti di uso comune:

Refrigerante	Pressione di condensazione p_c at $t_c = +38^\circ\text{C}$, bar	Temperatura di evaporazione p_o at $t_o = +4^\circ\text{C}$, bar	Differenziale di pressione nominale alla TXV, bar
R134a	9.63	3.38	6.25
R410A	23.03	9.03	14.00
R404A	17.47	6.85	10.62
R507A	17.86	7.12	10.74
R22	14.60	5.66	8.94

NOTA 1: non sono elencati tutti i tipi di refrigerante

NOTA 2: R404A è una miscela zeotropica ma a causa del moderato effetto glide si comporta come un refrigerante azeotropico per le applicazioni nominali della TXV.

In pratica un sistema di raffreddamento avrà delle perdite di carico nel sistema- quindi la differenza di pressione effettiva a cavallo della TXV è sempre più bassa della differenza di pressione nominale e può essere calcolata secondo la seguente formula:

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

Dove:

p_c : pressione di condensazione al punto di ebollizione

p_o : pressione di evaporazione alla temperatura di rugiada

Δp_L : perdite di carico all'interno di tutta la linea di liquido

Δp_F : perdite di carico all'interno dell'essiccatore del filtro della linea di liquido

Δp_{SI} : perdite di carico all'interno della spia della linea di liquido

Δp_{SO} : perdite di carico all'interno della valvola a solenoide della linea di liquido

Δp_{LD} : perdite di carico attraverso il distributore di liquido all'evaporatore

Δp_E : perdita di carico all'interno dell'evaporatore

NOTA: per calcolare la capacità nominale della TXV si assume tutte le perdite di carico sono assunte pari a zero. Tuttavia, nel selezionare una TXV per una specifica applicazione/installazione, le perdite di carico devono essere tenute in considerazione.

5 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO NOMINALI PER MISCELE DI REFRIGERANTE ZEOTROPICHE: ESEMPIO R407C

Le miscele zeotropiche si comportano in maniera diversa dalle sostanze pure (es R134a o R22) in cui il cambiamento di fase ha luogo a temperatura/pressione costante. L'evaporazione e la condensazione di una miscela zeotropica R407C è in forma "gliding" (cioè a pressione costante la temperatura varia in un certo range) attraverso evaporatori e condensatori.

Questo ha delle conseguenze anche sulla capacità della TXV, e bisogna tenere in considerazione il fenomeno anche per altri componenti come il compressore.

STATEMENT

Ultimo Aggiornamento: Maggio 2011

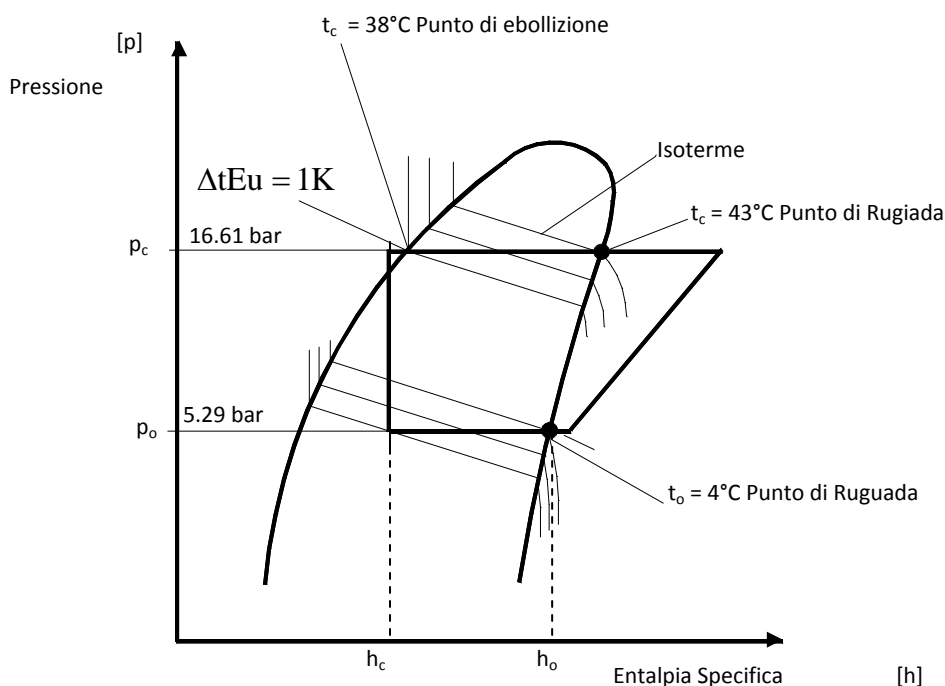
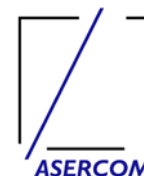


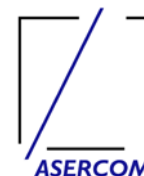
figura 4 : diagramma pressione entalpia

Temperatura di evaporazione	+4°C Punto di Rugiada
Pressione di evaporazione	5.29 bar.
Temperatura di condensazione	+38°C Punto di Ebollizione corrispondente a +43°C Punto di Rugiada
Pressione di condensazione	16.61 bara. (il calo di pressione nel condensazione è irrilevante)
Sottoraffreddamento	1 K
Differenza di pressione nominale alla capi della TXV	11.32 bar differenziali
Surriscaldamento Statico (impostato dall'Azienda)	Da 3 a 4 K
Surriscaldamento di apertura	max. 5K

La correlazione tra punto di ebollizione e punto di rugiada per il refrigerante R407C è disponibile in appendice.

STATEMENT

Ultimo Aggiornamento: Maggio 2011



6 UNITA' DI CAPACITA' E CONVERSIONE NELLO STANDARD ARI

La capacità delle TXV definita in questo articolo non essere convertita direttamente nelle capacità definite dalla ARI a causa delle diverse condizioni operative

Questo articolo definisce la pressione termodinamica differenziale corrispondente alle temperature nominali.

Lo standard ARI considera le TXVs a determinate pressioni differenziali, che non sono termodinamicamente correlate con le temperature nominali.

Condizioni nominale ARI per TXVs				Pressione differenziale termodinamica corrispondente alla temperatura di evaporazione e del liquido, bar (psi)
Refrigerante	Temperatura del liquido, °C (F)	Temperatura di evaporazione, °C (F)	Differenza di pressione nominale ARI ai capi della TXV, bar (psi)	
R134a	+37.8°C (+100F)	+4.4 °C (+40F)	4.14 (60 psi)	6.16 (89 psi)
R404A			6.9 (100psi)	13.77 (200 psi)
R407C				10.46 (152 psi)
R507A				11.17 (162 psi)
R410A				10.56 (153 psi)
R22			11.03 (160psi)	8.80 (128 psi)

confronto della pressione differenziale nominale

Refrigerante	ASERCOM statement +38.0 / +4.0 °C	ARI Standard +37.8 / +4.4 °C
R134a	6.25 (91 psi)	4.14 (60 psi)
R404A	10.62 (154 psi)	6.9 (100 psi)
R407C	11.32 (164 psi)	6.9 (100 psi)
R507A	10.74 (156 psi)	6.9 (100 psi)
R410A	14.00 (203 psi)	11.03 (160 psi)
R22	8.94 (130 psi)	6.9 (100 psi)

La capacità espressa nel sistema metrico (kW) può essere convertita in massa ARI se vengono tenute in considerazione le differenze nelle pressioni differenziali nominali.

7 APPENDICE: EFFETTO GLIDE IN UN CONDENSATORE SENZA PERDITE DI PRESSIONE

R407C				
Pressione di saturazione		Temperature di ebollizione	Temperature di rugiada	Differenziale
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

STATEMENT

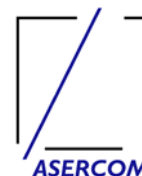
Ultimo Aggiornamento: Maggio 2011



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

STATEMENT

Ultimo Aggiornamento: Maggio 2011



NOTA: i valori di temperatura sono arrotondati.

Queste raccomandazioni sono rivolte a professionisti e a costruttori / installatori di sistemi per la refrigerazione industriale, commerciale e domestica. Sono state redatte sulla base di ciò che *ASERCOM* ritiene di poter dichiarare in base alla sua conoscenza tecnica scientifica nel momento in cui sono state redatte, tuttavia, *ASERCOM* e le relative aziende che compongono *ASERCOM*, non possono accettare alcuna responsabilità ed in particolare, non possono assumere alcuna responsabilità per ogni misura - atti od omissioni – approntati sulla base di queste raccomandazioni
