



<b>Prefacio</b> .....	<b>xiii</b>
<b>Capítulo 1 Refrigeración</b> .....	<b>1</b>
<i>Introducción</i> .....	2
Rangos de temperatura en la refrigeración .....	2
Acondicionamiento de aire y refrigeración .....	2
Comparación de los sistemas de refrigeración y de A/A comerciales .....	4
<i>Nuevos refrigerantes en la refrigeración comercial</i> .....	6
<i>Los cuatro componentes básicos de un sistema de refrigeración</i> .....	7
Dispositivo de control .....	7
Evaporador .....	8
Compresor .....	8
Condensador .....	8
<i>Resumen</i> .....	8
<b>Capítulo 2 Evaporadores</b> .....	<b>12</b>
<i>Funciones del evaporador</i> .....	13
Temperaturas del evaporador .....	13
Diferencia de temperatura .....	13
<i>Humedad y DT</i> .....	14
Humedad y DT en el acondicionamiento de aire .....	15
Humedad y DT en cámaras .....	15
Humedad y DT en modelos compactos .....	15
Reglas del pulgar para la DT y la detección de averías .....	17
Eficiencia del intercambio de calor .....	18
<i>Tipos de evaporadores</i> .....	19
<i>Funcionamiento del evaporador</i> .....	21
<i>Medida del sobrecalentamiento</i> .....	21
Evaporadores inundados y estrangulados .....	22
Descenso caliente .....	23
Problemas del evaporador .....	23
Descongelación por aire de los evaporadores para temperatura media .....	23
Cuándo descongelar .....	26
Descongelación de congeladores .....	28
<i>Resumen</i> .....	32
<b>Capítulo 3 Condensadores</b> .....	<b>35</b>
<i>Funciones del condensador</i> .....	36
<i>Funcionamiento del condensador</i> .....	36
<i>Las tres fases del condensador</i> .....	37
Fase de des-sobrecalentamiento .....	37

Fase de condensación	37
Fase de subenfriamiento	37
<i>Gas instantáneo</i>	38
Uso del subenfriamiento para evitar del gas instantáneo	38
<i>Separación del condensador</i>	39
<i>Limpieza y mantenimiento de los condensadores enfriados por aire</i>	41
Inspecciones de mantenimiento	42
<i>Controles a baja temperatura para condensadores enfriados por aire</i>	43
Controles del ciclo del ventilador	43
Desviadores de aire	44
<i>Inundación del condensador</i>	44
Detección de averías en válvulas RPC	46
<i>Presión de carga flotante</i>	47
Condensadores enfriados por agua	47
Válvulas reguladoras de agua	47
Torres de refrigeración	48
Sistemas de agua desechable	48
Servicio y mantenimiento de equipos enfriados por agua	49
Condiciones de operación de una unidad enfriada por agua en un sistema de agua desechable	50
<i>Limpieza de los condensadores enfriados por agua</i>	51
<i>Resumen</i>	52

## **Capítulo 4 Compresores . . . . .57**

<i>Funciones de un compresor</i>	58
Cómo funciona un compresor alternativo	58
<i>Lubricación del compresor</i>	61
Problemas y fallos de los compresores	62
Tabla de diagnóstico	69
<i>Resumen</i>	70

## **Capítulo 5 Dispositivos de control . . . . .74**

<i>Funciones de los dispositivos de control</i>	76
<i>Sobrecalentamiento</i>	76
¿Cuál es el sobrecalentamiento apropiado?	77
<i>Cómo funciona una VET</i>	78
<i>Tipos de cuerpos de las válvulas</i>	79
<i>Válvulas ecualizadas internas y externas</i>	80
<i>Ajuste del sobrecalentamiento</i>	81
<i>Colocación del bulbo de la VET</i>	83
<i>Cómo afecta el sistema a las VET</i>	85
<i>Dimensionamiento de las VET</i>	87
<i>Codificación de las válvulas de expansión</i>	87
<i>Detección y solución de averías en las VET</i>	87
Inundación	87

Estrangulamiento .....	88
Fluctuación de la VET .....	89
<i>Dispositivos de control de tubo capilar</i> .....	89
<i>Cómo funciona un tubo capilar</i> .....	89
Cómo responden los tubos capilares a las condiciones del sistema .....	91
<i>Detección y solución de averías de los tubos capilares</i> .....	92
<i>Válvulas de expansión automáticas</i> .....	93
<i>Resumen</i> .....	94

## **Capítulo 6 Controles y accesorios .....99**

<i>Controles de temperatura</i> .....	100
<i>Válvulas de mantenimiento del compresor</i> .....	102
<i>Válvulas solenoidales para evacuación y desvío de gas caliente</i> .....	105
<i>Válvulas desviadoras del gas caliente</i> .....	107
<i>Reguladores de la presión del cárter del cigüeñal</i> .....	107
<i>Reguladores de la presión del evaporador</i> .....	109
<i>Controles de baja presión</i> .....	111
<i>Controles de alta presión</i> .....	113
<i>Separadores de aceite</i> .....	113
<i>Controles de seguridad del aceite</i> .....	113
<i>Receptores</i> .....	117
<i>Acumuladores</i> .....	118
<i>Filtros secadores</i> .....	118
<i>Mirillas</i> .....	121
<i>Intercambiadores de calor</i> .....	123
<i>Eliminador de vibraciones</i> .....	123
<i>Resumen</i> .....	123

## **Capítulo 7 Detección y solución de averías en sistemas de refrigeración ..131**

<i>Repaso</i> .....	132
Evaporador .....	133
Compresor .....	134
Condensador .....	135
Dispositivos de control .....	135
<i>Cómo reaccionan los dispositivos de control fijos</i>	
<i>ante las condiciones del sistema</i> .....	135
<i>Cómo reacciona un sistema con VET ante las condiciones del sistema</i> .....	136
<i>Cómo afectan los cambios de la temperatura exterior</i>	
<i>a los sistemas de refrigeración</i> .....	138
<i>Cómo afectan los cambios de la presión a los sistemas de refrigeración</i> .....	139
<i>Sobrecalentamiento y subenfriamiento</i> .....	139
<i>Diagnóstico de nueve problemas del sistema</i> .....	140
<i>Carga de refrigerante baja</i> .....	142

Carga de refrigerante baja en un sistema compacto con tubo capilar . . . . .	142
Carga de refrigerante baja en un sistema con VET . . . . .	143
<i>Sobrecarga de refrigerante</i> . . . . .	143
Cómo afecta una sobrecarga a un sistema de tubo capilar. . . . .	143
Cómo afecta una sobrecarga a un sistema con VET. . . . .	145
<i>Problemas de flujo de aire en el condensador</i> . . . . .	145
Problemas del condensador en un sistema de tubo capilar . . . . .	145
Problemas del condensador en un sistema con VET . . . . .	146
<i>Elementos no condensables</i> . . . . .	147
<i>Compresor ineficiente</i> . . . . .	149
<i>Dispositivo de control restringido</i> . . . . .	150
Tubo capilar parcialmente restringido . . . . .	150
VET parcialmente restringida . . . . .	151
<i>Restricción en el conducto de líquido después del receptor</i> . . . . .	152
<i>Restricción en el lado de alta antes del receptor</i> . . . . .	152
<i>Evaporador sucio, evaporador helado o flujo de aire escaso</i> . . . . .	153
Problemas del evaporador en un sistema de tubo capilar . . . . .	153
Problemas del evaporador en un sistema con VET . . . . .	154
<i>Obtención de la información correcta</i> . . . . .	154
<i>Utilización de una tabla de diagnóstico</i> . . . . .	156
<i>Acumulación de aceite en el evaporador</i> . . . . .	158
<i>Resumen</i> . . . . .	159

## **Capítulo 8 Controles del motor del compresor . . . . .165**

<i>Motores trifásicos</i> . . . . .	166
<i>Contactores y motores de arranque</i> . . . . .	166
<i>Motores monofásicos</i> . . . . .	167
<i>Condensadores y relés de arranque</i> . . . . .	168
Relés de corriente . . . . .	169
Condensadores de arranque . . . . .	170
Relés de potencial . . . . .	171
Condensador de funcionamiento . . . . .	171
Relé de coeficiente de temperatura positivo (PTCR) . . . . .	172
<i>Tipos de sobrecargas de los motores</i> . . . . .	174
Comprobación de sobrecargas . . . . .	175
<i>Detección y solución de averías en motores</i> . . . . .	176
El motor no suena . . . . .	176
El motor intenta arrancar . . . . .	177
Componentes de arranque del compresor monofásico . . . . .	179
Comprobación de los relés de arranque . . . . .	180
<i>Resumen</i> . . . . .	181

## **Capítulo 9 Readaptación, recuperación, evacuación y carga . . . . .188**

<i>Readaptación de los sistemas de refrigeración</i> . . . . .	189
Fundamentos de la readaptación . . . . .	189
Miscibilidad del aceite . . . . .	189

Eficiencias de los refrigerantes . . . . . 189

Sustitución del aceite . . . . . 190

Readaptación de refrigerantes . . . . . 190

Readaptación de los sistemas de tubo capilar . . . . . 192

Readaptación de los sistemas con VET . . . . . 193

*Procedimientos de recuperación del refrigerante* . . . . . 193

    Recuperación de líquido por el método de compresión y tracción . . . . . 194

    Recuperación de líquido con un tanque en vacío . . . . . 195

    Mantenimiento del equipo de recuperación . . . . . 196

*Evacuación del sistema* . . . . . 196

    Evacuación triple . . . . . 197

    Funcionamiento de la bomba de vacío y del medidor de micras.  
        Consejos de mantenimiento . . . . . 198

*Arranque y carga del sistema* . . . . . 199

    Cómo saber que la carga es correcta . . . . . 199

    Cómo retirar los manómetros de la unidad . . . . . 201

*Resumen* . . . . . 201

**Capítulo 10 Sistemas de refrigeración para supermercados . . . . . 207**

*Visibilidad del producto y acceso del cliente* . . . . . 208

*Expositores refrigerados y sus temperaturas* . . . . . 208

*Sistemas de bastidor paralelo* . . . . . 208

*Controles de los sistemas de bastidor paralelo* . . . . . 209

*Controladores de los sistemas de bastidor* . . . . . 211

*Control de la presión de carga* . . . . . 212

*Eficiencia energética* . . . . . 212

*Subenfriamiento mecánico* . . . . . 214

*Reclamación y recuperación del calor* . . . . . 215

*Flujo de aire en los expositores* . . . . . 215

*Instalación, servicio y mantenimiento* . . . . . 216

*Resumen* . . . . . 216

**Capítulo 11 Cámaras frigoríficas y de congelación . . . . . 222**

*Tipos y tamaños de cámaras* . . . . . 223

*Instalación del compartimento de la cámara* . . . . . 223

*Tipos de puertas y ajustes de las cámaras* . . . . . 225

*Aplicaciones del compartimento de las cámaras* . . . . . 227

*Adaptación de los componentes del sistema*  
    *para un funcionamiento apropiado* . . . . . 229

    Correspondencia entre la capacidad y la potencia de un compresor . . . . . 231

    Adaptación de evaporadores y unidades de condensación . . . . . 231

    Capacidad del sistema basada en la adaptación de la unidad de condensación  
        y el evaporador . . . . . 232

    Adaptación del VET al evaporador . . . . . 232

    Compartimentos de producción o descenso . . . . . 233

*Sistema de tuberías de refrigeración* .....234  
*Sistema de tuberías de desagüe* .....237  
*Detección de averías en las cámaras* .....238  
    Problemas de flujo de aire en el evaporador .....239  
    Problemas de las puertas .....239  
    Problemas de dimensionamiento del sistema o  
        carga de productos inapropiada .....239  
    Problemas de desagüe .....239  
    Problemas de descongelación del congelador .....240  
    Problemas de exudación de las puertas de cristal .....241  
*Resumen* .....242

**Capítulo 12 Heladoras .....246**

*Tipos y aplicaciones de las máquinas heladoras* .....247  
*Funcionamiento básico de las heladoras* .....247  
*Averías relacionadas con la instalación* .....248  
*Mantenimiento y limpieza de las heladoras* .....250  
*Garantías de las heladoras* .....252  
*Detección de averías en las heladoras* .....252  
    Solución a una llamada de servicio "No fabrica hielo" .....252  
    Solución a una llamada de servicio "Fabrica hielo lentamente"  
        o "No fabrica el hielo suficiente" .....253  
    Consejos adicionales para la detección de averías .....254  
*Resumen* .....254

**Capítulo 13 Temperaturas de los productos.**

**Conservación y salud .....257**  
*Temperaturas mínimas* .....258  
*Lo que busca el inspector* .....258  
*Áreas de problemas y soluciones* .....258  
*Inspección de heladoras* .....260  
*Bisagras, picaportes y juntas de estanqueidad* .....260  
*Programa de mantenimiento de los sistemas de refrigeración* .....260  
*Cuestiones interesantes acerca de la temperatura y la salud* .....261  
*Resumen* .....262

**Capítulo 14 Consejos para el negocio de la refrigeración .....265**

*Cómo iniciar y permanecer en el negocio* .....266  
*Registros y papeleo administrativo* .....267  
*El efectivo es el rey* .....267  
*Precios y costes* .....268  
*Clientes* .....270  
*Empleados* .....271  
*Ampliación del negocio* .....272

<i>Contratos de mantenimiento</i> .....	.272
<i>Estrategia de salida</i> .....	.275
<i>Resumen</i> .....	.275
<b>Apéndice</b> .....	<b>279</b>
<i>Resumen de las reglas del pulgar</i> .....	.279
<i>Tabla de presión/temperatura (P/T)</i> .....	.280
<b>Glosario</b> .....	<b>281</b>
<b>Índice</b> .....	<b>286</b>