

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
UNIDADES DE MEDIDA	5
1.1. Introducción a la refrigeración y al aire acondicionado	5
1.2. Sistema internacional de unidades	5
1.3. Unidades de medida y factores de conversión	7
1.4. Áreas y perímetros	9
1.5. Vocabulario básico Inglés-Español, más utilizado en refrigeración y aire acondicionado	12
2. FUNDAMENTOS DE REFRIGERACIÓN	15
PRINCIPIOS DE FÍSICA APLICADOS A LA REFRIGERACIÓN	15
2.1. Finalidad de la refrigeración	15
2.2. Materia y moléculas	17
2.3. Energía	18
2.4. Calor y frío	19
2.5. Calor y temperatura	21
2.6. Grado centígrado y escalas termométricas	23
2.7. Medida de la temperatura	24
2.8. Transmisión del calor	25
2.9. Calor específico	27
2.10. Energía interna	28
2.11. Efecto del calor sobre el estado físico (Cambios de estado)	30
2.12. Estados de un cuerpo	31
2.13. Vaporización y licuación	34
2.14. Calor sensible	36
2.15. Calor latente	37
2.16. Vapores saturados y sobrecalentados	38
2.17. Calor latente de licuefacción	41
2.18. Calor latente de vaporización	43
2.19. Transformaciones termodinámicas	45
3. FUNDAMENTOS DE REFRIGERACIÓN	47
FLUIDOS Y PRESIÓN	47
3.1. Fluidos condensables	47
3.2. Comportamiento de los fluidos en condensación	48
3.3. Comportamiento de los fluidos en evaporación	49
3.4. Presión	50
3.5. Presiones manométricas y absolutas	52
3.6. Unidades de medida	54
3.7. Control de las temperaturas de evaporación y condensación a través de la presión	56
3.8. Estados, temperaturas y presiones en las líneas frigoríficas	58
3.9. Densidad y volumen específico	60
3.10. Concepto de velocidad	62

4. FUNDAMENTOS DE REFRIGERACIÓN	63
PRINCIPIOS DE TERMODINÁMICA	63
4.1. Qué es el Diagrama de Moller	63
4.2. Qué utilidad tiene conocer el Diagrama de Moller	65
4.3. Trayectoria de las diferentes líneas de propiedades constantes del diagrama	66
4.4. Procesos termodinámicos (Conceptos básicos)	73
4.5. El ciclo de refrigeración en el Diagrama de Moller	76
4.6. Primeros cálculos de una instalación	79
4.7. Recalentamiento de los vapores	85
4.8. Subenfriamiento del líquido	91
4.9. Intercambiadores de líquido-gas	93
5. LINEAS DE FRIGORIFICAS	97
TUBERÍAS DE COBRE, ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS	97
5.1. Características del tubo de cobre	97
5.2. Accesorios para instalaciones de tuberías	100
5.3. Herramientas utilizadas en la industria frigorífica	101
5.4. Uniones de tuberías, abocardadas o soldadas	105
5.5. Ventilación con gases inertes (Corriente de Nitrógeno)	108
5.6. Precauciones a tener en cuenta en todo tipo de instalaciones	109
5.7. Equipos y realización de soldaduras	110
6. LINEAS DE FRIGORIFICAS	115
TENDIDO DE TUBERÍAS	115
6.1. Principios básicos	115
6.2. Caída o pérdida de presión	117
6.3. Velocidad del gas y retorno de aceite al compresor	118
6.4. Ejemplo para el cálculo de velocidades del fluido refrigerante	122
6.5. Configuraciones posibles entre la unidad interior y exterior en el aire acondicionado	124
6.6. Ejemplo para la elección de tuberías a través de gráficos	128
6.7. Uniones flexibles eliminadoras de vibraciones	133
6.8. Silenciadores de descarga	134
7. COMPONENTES, MISIÓN, TIPOS Y CARACTERISTICAS	135
COMPRESORES	135
7.1. Misión en el circuito	135
7.2. Tipos de compresores	137
7.3. Compresor alternativo	139
7.4. Compresor rotativo	141
7.5. Compresor inverter	144
7.6. Compresor centrífugo	145
7.7. Compresor Scroll	147
7.8. Compresor de tornillo	149
7.9. Válvulas y llaves de servicio	153
7.10. Resistencia de cárter	156
8. COMPONENTES, MISIÓN, TIPOS Y CARACTERISTICAS	157
CONDENSADORES FRIGORÍFICOS	157
8.1. Misión del condensador	157
8.2. Circulación de aire natural. “Condensadores estáticos”	158
8.3. Condensadores refrigerados por aire forzado	158

8.4. Condensadores de aire a distancia	160
8.5. Montaje de las unidades condensadoras	161
8.6. Condensadores refrigerados por agua, de doble tubo a contracorriente	162
8.7. Condensadores multitubulares	163
8.8. Condensadores de inmersión	163
8.9. Condensación mixta	163
8.10. Torres de refrigeración o enfriamiento	164
8.11. Condensadores atmosféricos	165
8.12. Condensadores de evaporación forzada	166
9. COMPONENTES, MISIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS	167
ELEMENTOS DE EXPANSIÓN	167
9.1. Misión en el circuito	167
9.2. Expansión con restrictor de área fija o con tubo capilar	169
9.3. Selección de los tubos capilares	170
9.4. Válvulas de expansión automáticas o preostáticas	172
9.5. Válvula de expansión termostática	174
9.6. Medición del calentamiento y del subenfriamiento	179
9.7. Regulación de la válvula de expansión	179
9.8. Colocación del bulbo	182
9.9. Aislamiento del bulbo	185
9.10. Influencia de la pérdida de presión en el funcionamiento de la válvula	186
9.11. Válvula de expansión termostática con igualador de presión interno o externo	188
9.12. Válvula de expansión termostática con distribuidor de refrigerante	189
9.13. Válvulas de expansión termostáticas con recalentamiento fijo	190
9.14. Elección de las válvulas de expansión termostáticas	190
9.15. Orificios para válvulas de expansión	193
10. COMPONENTES, MISIÓN, TIPOS Y CARACTERÍSTICAS	195
EVAPORADORES	195
10.1. Misión en el circuito	195
10.2. Tipos de evaporadores	196
10.3. Evaporadores de placas (Circulación natural)	196
10.4. Evaporadores estáticos de tubo y aletas (Circulación natural)	197
10.5. Evaporadores con tiro de aire forzado	198
10.6. Evaporadores para el enfriamiento de líquidos	199
11. COMPOSICIÓN DEL AIRE ATMOSFÉRICO	203
DIAGRAMA PSICROMÉTRICO	203
11.1. Qué es el diagrama psicrométrico	203
11.2. Temperatura del bulbo seco (B.S.) y el bulbo húmedo (B.H.)	204
11.3. Utilización del diagrama psicrométrico	207
11.4. Temperatura del punto de rocío (P.R.)	208
11.5. Humedad específica (W)	209
11.6. Volumen específico (V esp.)	210
11.7. Entalpía (H)	211
11.8. Ejemplo práctico básico de utilización del diagrama	212
11.9. ejemplo práctico para hallar las prestaciones térmicas de una máquina	214
12. ELEMENTOS AUXILIARES O COMPLEMENTARIOS	217
RECIPIENTES, FILTROS Y VISORES	217
12.1. Calderín o recipiente de líquido	217

12.2. Recogida de refrigerante en el calderín	219
12.3. Depósito antigolpe o separador de partículas líquidas	220
12.4. Separadores de aceite	221
12.5. Filtros secadores o deshidratadores	222
12.6. Instalación de filtros secadores	223
12.7. Visores de líquido-humedad y montajes	224
13. ELEMENTOS DE CONTROL	227
TERMOSTATOS Y PRESOSTATOS	227
13.1. Misión de los termostatos	227
13.2. Termostato de ambiente	227
13.3. Termostato antihielo	228
13.4. Termostato de desescarche	228
13.5. Termostato para final de desescarche	228
13.6. Termostatos para evaporadores	229
13.7. Termostatos de dos escalones	230
13.8. Regulación del termostato	230
13.9. Termostatos electrónicos	231
13.10. Presostatos de baja presión	232
13.11. Regulación del presostato de baja presión	234
13.12. Presostato de alta presión	237
13.13. Regulación como elemento de seguridad	238
13.14. Presostato de alta como control de condensación	239
13.15. Presostato diferencial de aceite	241
14. VALVULERIA	243
VÁLVULAS REGULADORAS Y SOLENOIDES	243
14.1. Válvulas reguladoras de la presión de condensación	243
14.2. Válvulas reguladoras de arranque	245
14.3. Válvulas reguladoras de la presión de aspiración	246
14.4. Válvulas reguladores de capacidad o rendimiento del compresor	248
14.5. Válvula presostática para la condensación con agua	249
14.6. Válvula de solenoide	250
14.7. Válvulas de 4 vías (Válvula inversora en bombas de calor)	253
15. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	255
PRINCIPIOS DE QUÍMICA APLICADOS A LA REFRIGERACIÓN	255
15.1. Qué es la química	255
15.2. Sustancias homogéneas y heterogéneas	255
15.3. Noción de cuerpo puro	256
15.4. Átomo y molécula	257
15.5. Sustancias simples (Nombre y símbolo)	258
15.6. Masa atómica (Concepto de peso atómico)	259
15.7. La valencia como capacidad de combinación	261
15.8. Reacciones químicas	261
15.9. Denominación de los refrigerantes	262
16. FLUIDOS REFRIGERANTES	265
GASES REFRIGERANTES MÁS COMUNES Y TIPOS DE ENVASES	265
16.1. Propiedades generales de los refrigerantes	265
16.2. Clasificación de los refrigerantes	266
16.3. Proceso de destrucción de la capa de ozono	267
16.4. Características de los refrigerantes puros y mezclas	269
16.5. Temperatura de burbuja y rocío en refrigerantes mezcla	270
16.6. Mezclas voluntarias de refrigerantes	271
16.7. Refrigerantes puros HCFC's Y HFC's	272

16.8. Refrigerante puro HCFC R-22	272
16.9. Refrigerante puro HFC R-134-a	274
16.10. Refrigerante puro HFC R-600-a	276
16.11. Refrigerante puro HFC R-23	278
16.12. Refrigerante puro HCFC R-123	280
16.13. Refrigerante puro HCFC R-124a	281
16.14. Refrigerantes mezcla	282
16.15. Refrigerante mezcla de HCFC's R-401-A	282
16.16. Refrigerante mezcla de HCFC's R-401-B	284
16.17. Refrigerante mezcla de HCFC's R-402-A	286
16.18. Refrigerante mezcla de HCFC's R-402-B	288
16.19. Refrigerante mezcla de HCFC's R-403-B	290
16.20. Refrigerante mezcla de HCFC's R-404-A	291
16.21. Refrigerante mezcla de HCFC's R-406-A	293
16.22. Refrigerante mezcla de HFC's R-407-A	295
16.23. Refrigerante mezcla de HFC's R-407-B	295
16.24. Refrigerante mezcla de HFC's R-407-C	295
16.25. Refrigerante mezcla de HCFC's R-408-A	298
16.26. Refrigerante mezcla de HCFC's R-409-A	300
16.27. Refrigerante mezcla de HFC's R-410-A	302
16.28. Refrigerante mezcla de HFC's R-413-A	304
16.29. Refrigerante mezcla de HCFC's R-416-A	307
16.30. Refrigerante mezcla de HFC's R-417-A	307
16.31. Refrigerante mezcla de HFC's R-507	309
16.32. Envases de refrigerante	310
16.33. Dosificador de carga	311
16.34. Relación de gases refrigerantes	312
17. ACEITES LUBRICANTES	315
LUBRICANTES PARA INSTALACIONES FRIGORÍFICAS	315
17.1. Aceites lubricantes	315
17.2. Circulación del lubricante (Retorno de aceite al compresor)	317
17.3. Aceites minerales y sintéticos	317
17.4. Problemas que presenta la existencia de polaridad	318
17.5. Tipos de lubricantes sintéticos	319
17.6. Extracción del lubricante	320
17.7. Carga del lubricante	321
18. AGENTES CONTAMINANTES	323
CONTAMINANTES EN INSTALACIONES FRIGORÍFICAS	323
18.1. Origen de los contaminantes	323
18.2. Quemado de motores eléctricos	325
18.3. Limpieza del circuito	326
18.4. Eliminación del refrigerante y aceite contaminado	326
19. INTERVENCIÓN DE INSTALACIONES FRIGORÍFICAS	327
FUGAS, VACÍOS, BARRIDOS E INCONDENSABLES	327
19.1. Presurización del circuito para la detección de fugas	327
19.2. Equipos buscafugas	328
19.3. Bomba de vacío	329
19.4. Vacuómetro	330
19.5. Mangueras de servicio	332
19.6. Deshidratación a través de romper el vacío	333

19.7. Barridos y limpieza de circuitos	333
19.8. Incondensables	335
20. VACIO DE CARGA DE INSTALACIONES FRIGORICAS	337
INSTRUMENTAL Y PROCEDIMIENTOS	337
20.1. Vacío de una instalación con un grifo de manómetro simple	337
20.2. Conexión de diferentes puentes de manómetros	339
20.3. Entrada de refrigerante en la instalación	346
20.4. Carga de instalaciones de CFC's, con refrigerantes HFC's	348
20.5. Cantidad de fluido refrigerante y temperaturas de evaporación	349
20.6. Exceso de refrigerante (Manifestación en los puntos de control)	350
20.7. Defecto de refrigerante (Manifestación en los puntos de control)	350
20.8. Recuperación, reciclaje y regeneración del refrigerante	351