

Contenido

Resumen	I
Abstract.....	III
Resum.....	V
Capítulo 1 Introducción	1
1.1 Estado actual del sector energético Europeo.....	1
1.2 Importancia de la demanda de calefacción y refrigeración.....	2
1.3 Regulación del uso de refrigerantes y reducción de emisiones de CO ₂	4
1.4 Refrigerantes alternativos de bajo PCA.....	7
1.5 Bombas de calor para la climatización de edificios.....	9
1.6 Bombas de calor para la climatización de edificios con R290.....	11
1.7 Motivación y contenido de la presente tesis doctoral.....	12
Capítulo 2 Análisis del reemplazo directo del R410A con R290	15
2.1 Unidad experimental	15
2.2 Instalación experimental	19
2.2.1 Grupo hidráulico de demanda	19
2.2.2 Sistema de regulación térmica de la cámara climática.....	20
2.2.3 Sistema de humectación mediante electrodos.....	21
2.3 Instrumentación de medida y análisis de errores	22
2.4 Condiciones de ensayo de la unidad	25
2.5 Metodología de ensayo de la unidad y cálculo de resultados.....	27
2.5.1 Metodología de ensayo de la unidad.....	27
2.5.2 Metodología de cálculo de prestaciones.....	29
2.6 Resultados experimentales y comparativa con R410A.....	31
2.7 Conclusión	37
Capítulo 3 Evaluación y análisis de diferentes tipologías de circuito frigorífico para R290	39
3.1 Estado del arte	39
3.2 Metodología del punto de aproximación	40
3.3 Definición de tipologías de circuito refrigerante	45
3.4 Resultados de la evaluación de tipologías mediante la metodología del punto de aproximación.....	53
3.4.1 Condiciones de contorno empleadas en el cálculo teórico de prestaciones mediante la metodología del punto de aproximación.....	53
3.4.2 Resumen de resultados para baja temperatura.....	55
3.4.3 Resumen de resultados para alta temperatura.....	65
3.5 Comparativa de prestaciones entre R290 y R410A	66
Capítulo 4 Diseño y caracterización de un prototipo para la evaluación experimental de tipologías con R290.....	69
4.1 Prototipo experimental.....	71

4.2	Dimensionamiento de componentes	73
4.2.1	Intercambiador de placas: Evaporador	73
4.2.2	Intercambiador de placas líquido-succión	74
4.2.3	Depósitos de refrigerante	76
4.2.4	Dimensionamiento de la válvula de expansión.....	77
4.3	Instalación experimental	79
4.3.1	Grupo hidráulico de salmuera	79
4.4	Instrumentación de medida y análisis de errores	81
4.5	Campaña experimental de la plataforma salmuera-agua.....	83
4.5.1	Condiciones de ensayo de la unidad	83
4.5.2	Estrategia de control para la tipología 1	84
4.5.3	Estrategia de control para la tipología 6	86
4.5.4	Estrategia de control para la tipología 7	87
4.5.5	Resultados de ensayo para la plataforma salmuera-agua.....	88
4.6	Campaña experimental de la plataforma aire-agua	92
4.6.1	Condiciones de ensayo de la unidad	92
4.6.2	Resultados de ensayo para la plataforma aire-agua.....	93
4.6.3	Limitaciones de funcionamiento en las tipologías 6 y 7	97
4.7	Funcionamiento del intercambiador de tubos y aletas como evaporador	99
4.8	Conclusión	102
Capítulo 5	Análisis y optimización del intercambiador de tubos y aletas.....	107
5.1	Planteamiento experimental y campaña de ensayos	107
5.2	Análisis experimental del comportamiento del intercambiador de tubos y aletas	109
5.2.1	Funcionamiento en condiciones A7(6)W27	109
5.2.2	Funcionamiento en condiciones A2(1)W30.....	112
5.2.3	Funcionamiento en condiciones A-7(-8)W34.....	113
5.2.4	Funcionamiento en condiciones A35W18.....	115
5.2.5	Distribución de refrigerante en un intercambiador de tubos y aletas: estado del arte	116
5.3	Mejora del sistema de distribución del intercambiador de tubos y aletas	118
5.4	Resultados experimentales tras el cambio de capilares del sistema de distribución.....	121
5.4.1	Funcionamiento en condiciones A7(6)W27	121
5.4.2	Funcionamiento en condiciones A2(1)W30.....	123
5.4.3	Funcionamiento en condiciones A-7(-8)W34.....	124
5.5	Conclusión	125
Capítulo 6	Conclusiones generales y líneas futuras de investigación	128
6.1	Reemplazo directo del refrigerante con R290	128
6.2	Selección de la tipología y optimización del control de la unidad.....	129
6.3	Concepto de seguridad para refrigerantes A3 y optimización de carga del sistema	129
6.4	Mejora del sistema de distribución de refrigerante.....	130
Referencias	133