

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

“ESTUDIO EXPERIMENTAL DE UNA
BOMBA DE CALOR DE ACS Y
CALEFACCIÓN CON APOYO
FOTOVOLTAICO”

TRABAJO FIN DE GRADO

Diciembre – 2024

AUTORA: Lara Martínez Sánchez

DIRECTOR: Francisco Javier Aguilar Valero



Contenido

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1 INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	3
1.3 ESTADO DEL ARTE	4
1.3.1 BOMBA DE CALOR.....	4
1.3.2 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA.....	9
2. MATERIALES Y MÉTODOS DE LA INSTALACIÓN DE ENSAYOS	15
2.1 MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO EXPERIMENTAL	15
2.2 MATERIALES.....	21
2.2.1 DEPÓSITO DE AGUA CALIENTE SANITARIA.....	21
2.2.2 DEPÓSITO DE CALEFACCIÓN	21
2.2.3 DEPÓSITO AUXILIAR	22
2.2.4 DEPÓSITO DE INERCIA.....	23
2.2.5 SISTEMA DE CONTROL DE LA CÁMARA CLIMÁTICA 2	23
2.2.6 BOMBA DE CALOR.....	24
2.2.7 FANCOIL	25
2.2.8 BOMBAS HIDRÁULICAS	26
2.2.9 VÁLVULA DE TRES VÍAS.....	27
2.2.10 ELECTROVÁLVULA	27
2.2.11 VASO DE EXPANSIÓN.....	28
2.2.12 FUENTE DE ALIMENTACIÓN	28
2.2.13 CONTROLADOR PID	29
2.2.14 CALEFACTOR INDUSTRIAL.....	31
2.2.15 PROGRAMADOR HORARIO	31
2.2.16 ARDUINO	32
2.2.17 SISTEMA LG EES HOME.....	33

2.2.18 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	34
2.2.19 SONDAS DE TEMPERATURA	36
2.2.20 CAUDALÍMETRO	37
2.2.21 SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD	37
2.2.22 CONVERTIDOR DE CORRIENTE	38
2.2.23 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS	39
2.3 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN	40
2.3.1 CONEXIÓN TERMOPARES	40
2.3.2 CONEXIÓN RTD	41
2.3.3 CONEXIÓN CAUDALÍMETRO	42
2.3.4 CONEXIÓN TRANSDUCTOR DE CORRIENTE	43
2.3.5 CONEXIÓN SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA.....	44
2.3.6 CONEXIÓN FANCOIL	45
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1 ENSAYOS	48
3.2 ENSAYOS PRELIMINARES	48
3.2.1 ENSAYO CON DEMANDA DE CALEFACCIÓN	49
3.2.2 PÉRDIDA DE ENERGÍA TÉRMICA EN EL DEPÓSITO DE ACS	56
3.3 ENSAYOS DE CONSUMO	59
3.3.1 PROCESADO DE DATOS	59
3.3.2 RESULTADOS ENSAYO 3, CLIMA CÁLIDO	63
3.3.3 RESULTADO ENSAYO 4, CLIMA TEMPLADO.....	70
3.3.4 RESULTADO ENSAYO 5, CLIMA FRÍO.....	73
4. CONCLUSIONES.....	79
5. BIBLIOGRAFIA	80
6. ANEXOS.....	83

Índice de figuras

Figura 1. Mix de generación eléctrica.....	2
Figura 2. Consumo energía sector residencial	3
Figura 3. Principio de funcionamiento de una bomba de calor.....	6
Figura 4. Efecto fotoeléctrico.....	10
Figura 5. Disposición de los cristales de célula solar	11
Figura 6. Estructura célula solar.....	12
Figura 7. Esquema distribución Inversor	14
Figura 8. Batería de placas solares.....	14
Figura 9. Simulación vivienda familiar	15
Figura 10. Esquema instalación completa.....	16
Figura 11. Detalle depósito ACS 200L y depósito 300L.....	17
Figura 12. Equipos simulación ACS	18
Figura 13. Detalle depósito 200L y fancoil.....	18
Figura 14. Depósito calefacción	19
Figura 15. Detalle bomba de calor y paneles solares.....	20
Figura 16. Bomba de calor	20
Figura 17. Depósito ACS Idrogas MAGNUS IMSL1D 200L	21
Figura 18. Depósito 200 L Idrogas 200-AR-T 31	22
Figura 19. Depósito auxiliar 300 L.....	22
Figura 20. Depósito inercia Idrogas 30-AR-A.....	23
Figura 21. Aire acondicionado industrial RIVACOLD RC325-33ED	23
Figura 22. Bomba de calor THERMA V HM051MR U44	24
Figura 23. Fancoil Mundo Clima MUCM-15-W7.....	25
Figura 24. Bomba de agua Grundfos Alpha 3 32-80 180	26
Figura 25. Bomba de agua Grundfos Magna1 25-80 180	26
Figura 26. Válvula de tres vías Sauter AKM105100.....	27
Figura 27. Electroválvula Electro TAZ 206C-25.....	27
Figura 28. Vaso de expansión Waft.....	28
Figura 29. Fuente de alimentación Omron S8VK-G	28
Figura 30. Esquema conexión PID.....	29
Figura 31. Disposición calefactores y PIDs	30

Figura 32. PID RS Pro.....	30
Figura 33. Calefactor industrial BGP1506-0.....	31
Figura 34. Programador horario Data Micro +	32
Figura 35. Arduino MEGA 2560.....	33
Figura 36. Inversor y Batería LG	33
Figura 37. Características sistema Home 10.....	34
Figura 38. Características placas solares	35
Figura 39. Instalación fotovoltaica	35
Figura 40. RTD.....	36
Figura 41. Termopar tipo K.....	37
Figura 42. Caudalímetro SM6000	37
Figura 43. Sensor de temperatura y humedad EE210-HT6	38
Figura 44. Convertidor de corriente MACX MCR-SL-CAC-12-I-UP.....	38
Figura 45. Sistema de adquisición de datos Keysight DAQ970A.....	39
Figura 46. Tarjeta de adquisición de datos.....	39
Figura 47. Cable extensor	40
Figura 48. Conexión termopar.....	41
Figura 49. Conexión RTD.....	41
Figura 50. Esquema conexión caudalímetro	42
Figura 51. Esquema conexión transductor de corriente	43
Figura 52. Esquema conexión sensor de humedad y temperatura.	44
Figura 53. Esquema conexión fancoil	45
Figura 54. Velocidades fancoil.....	46
Figura 55. Numeración sondas parte calefacción y bomba de calor	47
Figura 56. Numeración sondas parte ACS	47
Figura 57. Ficha técnica depósito ACS	56
Figura 58. Distribución energía fotovoltaica	78
Figura 59. Cuadro eléctrico	83
Figura 60. PID y calefactores industriales	84
Figura 61. Aire acondicionado.....	84
Figura 62. PID	85
Figura 63. Cuadro eléctrico cámara climática 1	86
Figura 64. Llaves de agua y presión de agua	87

Figura 65. Interruptor horario Data Orbis +	87
Figura 66. Configuración Data Orbis +	88
Figura 67. Vinculación sistema adquisición de datos	89
Figura 68. Configuración 1	90
Figura 69. Configuración 2	90
Figura 70. Configuración 3	91
Figura 71. Configuración 4	91
Figura 72. Configuración 5	92
Figura 73. Configuración 6	93
Figura 74. Gráfica caudal vs intensidad	93
Figura 75. Conversión variables 1	94
Figura 76. Gráficas temperatura y humedad relativa vs intensidad.....	94
Figura 77. Conversión variables 2.....	95
Figura 78. Gráfica intensidad vs intensidad.....	95
Figura 79. Conversión variables 3.....	96
Figura 80. Electroválvulas	96
Figura 81. Velocidad fancoil	97
Figura 82. Arduino	97
Figura 83. Termostato.....	98
Figura 84. Exportación de datos 1.....	98
Figura 85. Exportación de datos 2.....	99
Figura 86. Exportación de datos 3.....	99
Figura 87. Configuración termostato	101
Figura 88. Menú instalador.....	101
Figura 89. Menú configuración	102
Figura 90. Apartado seleccionar sensor de temperatura	102
Figura 91. Apartado utilizar resistencia del depósito	103
Figura 92. Apartado utilizar bomba externa.....	103
Figura 93. Apartado RMC maestro/ esclava.....	103
Figura 94. Menú general	104
Figura 95. Apartado funcionamiento forzado.....	104
Figura 96. Apartado retraso de la bomba	105
Figura 97. Apartado control de flujo de agua.....	105

Figura 98. Apartado capacidad de la bomba	106
Figura 99. Apartado caudal de trabajo fijo	106
Figura 100. Apartado capacidad de la bomba	107
Figura 101. Apartado supervisión energética	107
Figura 102. Menú calefacción ambiental	108
Figura 103. Apartado temperatura de ajuste agua calefacción	109
Figura 104. Apartado agua de calentamiento de histéresis.....	109
Figura 105. Apartado ajuste bomba en calor.....	110
Figura 106. Menú enfriamiento ambiental	111
Figura 107. Menú modo automático.....	111
Figura 108. Menú agua caliente doméstica.....	112
Figura 109. Apartado temperatura ajuste ACS	112
Figura 110. Apartado ajuste de desinfección del tanque 1	113
Figura 111. Apartado ajuste de desinfección tanque 2	113
Figura 113. Ajuste tanque 2.....	114
Figura 112. Ajuste tanque 1.....	114
Figura 114. Apartado prioridad resistencia	114
Figura 115. Apartado ajuste tanque ACS.....	115
Figura 116. Menú conectividad.....	116
Figura 117. Apartado estados de energía.....	116
Figura 118. Apartado definición estado de energía	117
Figura 119. Estado de energía 5	117
Figura 120. Apartado tipo de control de termostato.....	118
Figura 121. Menú información.....	118
Figura 122. Apartado tiempo de operación de la bomba	119

Índice de tablas

Tabla 1. Especificaciones THERMA V HM051MR U44	24
Tabla 2. Especificaciones MUCM-15-W7	25
Tabla 3. Resumen de conexiones de los sensores	46
Tabla 4. Datos ensayo 1	52
Tabla 5. Datos ensayo pérdidas depósito ACS, ensayo 2	58
Tabla 6. Resultados ensayo pérdidas depósito ACS, ensayo 2.....	58
Tabla 7. Condiciones ensayos.....	59
Tabla 8. Procesado de datos ACS.....	62
Tabla 9. Resultados ensayo	62
Tabla 10. Resultados ensayo 3	70
Tabla 11. Resultados ensayo 4.....	72
Tabla 12. Resultados ensayo 5, Tconsigna=45°C	75
Tabla 13. Resultados ensayo 5, Tconsigna=55°C	77
Tabla 14. Resumen de ensayos	77
Tabla 15. Datos en bruto	120
Tabla 16. Datos procesados.....	122

Índice de gráficas

Gráfica 1. Calor aportado vs Potencia consumida, ensayo 1	50
Gráfica 2. Consumos arranque bomba interna.....	51
Gráfica 3. Caudal bomba de calor vs Caudal fancoil, ensayo 1	51
Gráfica 4. Temperatura cámara climática 2	53
Gráfica 5. Ampliación temperatura cámara climática 2	54
Gráfica 6. Temperatura cámara climática	54
Gráfica 7. Calor aportado vs Potencia consumida	64
Gráfica 8. Calor aportado vs Calor disipado.....	64
Gráfica 9. Temperatura cámara climática 2	65
Gráfica 10. Caudal bomba de calor vs Caudal fancoil.....	66
Gráfica 11. Caudal circuito secundario ACS.....	66

Gráfica 12. Temperatura impulsión BdC vs Temperatura retorno BdC.....	67
Gráfica 13. Temperatura impulsión BdC vs Temperatura retorno BdC.....	67
Gráfica 14. Temperaturas depósito calefacción.....	68
Gráfica 15. Temperaturas impulsión y retorno de ACS.....	69
Gráfica 16. Temperaturas depósito ACS.....	69
Gráfica 17. Calor aportado vs Potencia consumida.....	71
Gráfica 18. Calor aportado y Calor disipado.....	71
Gráfica 19. Temperatura cámara climática 2.....	72
Gráfica 20. Calor aportado vs Potencia consumida.....	74
Gráfica 21. Calor aportado vs Calor disipado.....	74
Gráfica 22. Calor aportado vs Calor disipado.....	76
Gráfica 23. Temperatura impulsión BdC vs Temperatura retorno BdC.....	76

Listado de abreviaturas

A	Área (m ²)
AC	Corriente alterna
ACS	Agua caliente sanitaria
BdC	Bomba de calor
Cp	Calor específico (kJ/ kg °C)
COP	Coefficiente de operación
DC	Corriente continua
E	Energía eléctrica (kWh)
EER	Eficiencia energética en refrigeración
EES	Sistema de almacenamiento de energía
FC	Fancoil
FF	Factor de forma
G	Irradiancia incidente (W/m ²)

GEI	Gases de efecto invernadero
I	Intensidad (A)
\dot{m}	Flujo másico (kg/s)
OAT	Temperatura aire exterior
P	Potencia eléctrica (kW)
PID	Control Proporcional Integral Derivativo
SCOP	Coefficiente de operación estacional
SPF	Eficiencia energética estacional
\dot{Q}	Potencia térmica (kW)
Q	Energía térmica (kWh)
t	Tiempo (h)
T	Temperatura (°C)
U	Coefficiente total de transferencia de calor (W/ m ² °C)
V	Tensión eléctrica (V)
\dot{V}	Flujo volumétrico (m ³ /s)

Letras griegas

η	Rendimiento (%)
ρ	Densidad (kg/m ³)

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En esta sección se presenta una visión general del tema abordado en este proyecto.

1.1 INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

En un contexto global de creciente preocupación por el cambio climático y la sostenibilidad, la eficiencia energética y el uso de fuentes de energía renovable se han convertido en pilares fundamentales para el desarrollo de soluciones que reduzcan la huella de carbono.

El consumo de carbono, asociado principalmente al uso de combustibles fósiles como el petróleo, el carbón y el gas natural, es uno de los principales contribuyentes al cambio climático. La quema de estos combustibles libera grandes cantidades de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero (GEI) a la atmósfera, exacerbando el calentamiento global y sus efectos adversos en el medio ambiente y la salud humana.

En respuesta a esta problemática, las energías renovables han emergido como una solución viable y sostenible. Fuentes de energía como la solar, eólica, hidroeléctrica y geotérmica no solo son abundantes y prácticamente inagotables, sino que también generan electricidad con un impacto ambiental significativamente menor. La integración de estas tecnologías en sistemas energéticos tradicionales permite una reducción considerable de las emisiones de GEI, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático.

A nivel legislativo, numerosos países han implementado políticas y leyes para fomentar el uso de energías renovables y reducir el consumo de carbono. Un ejemplo es la Ley de Energías Renovables y Eficiencia Energética de 2013 en España (Ley 24/2013), que establece un marco regulador para promover la generación de energía a partir de fuentes renovables y mejorar la eficiencia energética. Esta ley busca diversificar las fuentes de energía, reducir la

dependencia de los combustibles fósiles y cumplir con los objetivos europeos en materia de energía y cambio climático. [1]

En España, la producción de energía renovable representó el 50,3% del mix energético nacional en 2023. La energía eólica se destacó como la principal fuente renovable, contribuyendo con un 23,5% del total, seguida por la energía solar fotovoltaica con un 13,51%. [2]

A continuación, en la Figura 1, se representa la distribución de la generación eléctrica. [3]

Estructura de potencia instalada (%)

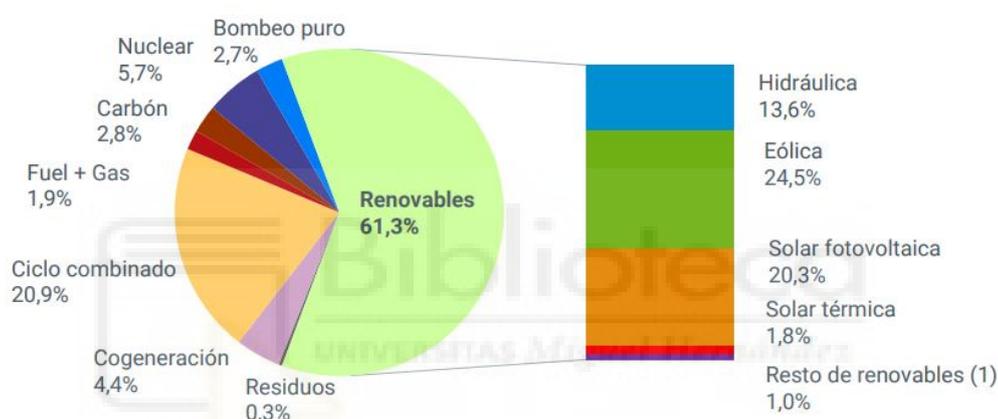


Figura 1. Mix de generación eléctrica

Fuente: Red eléctrica

España posee un gran potencial para la generación de energía fotovoltaica debido a sus altos niveles de radiación solar, con aproximadamente 2500 horas de sol anuales, lo que lo convierte en un lugar ideal para la generación de energía solar.

En cuanto a la demanda, y enfocándonos en el sector residencial, alrededor del 60% del consumo final de energía se destina a calefacción y producción de agua caliente sanitaria, tal como se indica en la Figura 2. [4]

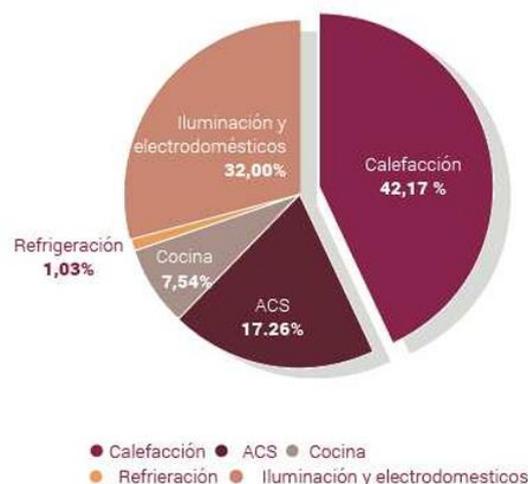
Consumo de la energía final **por usos** del sector residencial

Figura 2. Consumo energía sector residencial

Fuente: Fegeca

Dado este elevado consumo energético, es crucial mejorar la eficiencia de las bombas de calor utilizadas para ACS y calefacción para contribuir de manera efectiva a la lucha contra el cambio climático.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de este proyecto de investigación es analizar el comportamiento de un tipo de bomba de calor apoyada por un sistema fotovoltaico, en el contexto de una vivienda promedio, y optimizar su eficiencia al máximo. Para conseguir este propósito, se instalarán una serie de elementos que, en conjunto, incrementarán la eficiencia de la bomba de calor, reduciendo así la cantidad de energía necesaria. Este objetivo principal se alcanzará a través de los siguientes objetivos secundarios:

- Incorporación de sensores: Integrar sensores para monitorear el comportamiento de cada componente y del sistema en su totalidad.
- Ejecución de ensayos: Realizar una serie de pruebas para evaluar la eficiencia y el comportamiento de la bomba de calor.
- Realización de datos: Procesar los datos obtenidos en los ensayos.

- Obtención de conclusiones: Extraer conclusiones sobre la eficiencia y las mejoras implementadas.

1.3 ESTADO DEL ARTE

Antes de iniciar los ensayos experimentales, es fundamental contextualizar el trabajo de investigación.

Para ello, se desarrollará el estado del arte en lo que respecta a bombas de calor y la generación de energía eléctrica a partir de la energía fotovoltaica.

1.3.1 BOMBA DE CALOR

Este capítulo comenzará con una descripción general de la tecnología de las bombas de calor, explicando su funcionamiento, componentes, clasificación y los indicadores de eficiencia.

1.3.1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL Y SU CLASIFICACIÓN

Una bomba de calor es una máquina termodinámica que transfiere energía térmica de una región de baja temperatura a una de temperatura más alta. Está compuesta por un circuito frigorífico clásico que incluye un compresor, un condensador, una válvula de expansión y un evaporador.

Las bombas de calor se pueden clasificar según la fuente de calor natural de la que extraen energía y el medio al que transfieren ese calor. Las fuentes comunes de energía para las bombas de calor incluyen aire ambiente, agua y suelo.

- Aire: Es el más sencillo de obtener, pero tiene una baja capacidad calorífica volumétrica ($0,29 \text{ Kcal/m}^3\text{°C}$), lo que requiere grandes flujos volumétricos para ser eficiente. Además, la temperatura del aire varía según la radiación solar y las condiciones climáticas.
- Agua: Tiene una capacidad calorífica volumétrica de $1000 \text{ Kcal/m}^3\text{°C}$, lo que significa que se necesita un menor flujo volumétrico de agua que de aire para extraer la misma cantidad de calor. El calor del agua puede

aprovecharse de aguas subterráneas o superficiales, siendo las aguas subterráneas preferidas debido a su mayor estabilidad térmica durante el año.

- Suelo: El calor almacenado en la corteza terrestre es otra fuente de energía para las bombas de calor. Al igual que en las aguas subterráneas, el subsuelo mantiene una temperatura muy estable, aumentando unos 3°C por cada 100 metros de profundidad.

La configuración de las bombas de calor se nombra según la fuente de energía y el medio al que se transfiere el calor [6]:

- Bomba de calor aire-aire (aeroterminia)
- Bomba de calor aire-agua (aeroterminia)
- Bomba de calor agua-aire
- Bomba de calor agua-agua (hidrotérmica o hidrónica)
- Bomba de calor tierra-aire (geoterminia)
- Bomba de calor tierra-agua (geoterminia)

1.3.1.2 PRINCIPALES COMPONENTES DE LAS BOMBAS DE CALOR

En este apartado se detallan los componentes mencionados anteriormente. [5]

Evaporador: es un intercambiador de calor donde el refrigerante cambia de estado líquido a vapor al absorber la energía del medio que circula a través de él. Para que esto ocurra, el refrigerante debe estar a una presión tal que su temperatura de evaporación sea inferior a la del medio, permitiendo así la transferencia de energía y el cambio de estado. El refrigerante circula por un serpentín en contacto con el aire exterior, transfiriendo el calor del aire al refrigerante y convirtiéndolo de nuevo en gas.

Compresor: es un motor que utiliza energía externa (generalmente eléctrica) para aspirar el refrigerante en fase de vapor producido en el evaporador y comprimirlo. Durante la compresión, la presión y la temperatura del refrigerante

aumentan, proporcionándole la energía necesaria para moverse a lo largo del circuito de refrigeración. Se pueden clasificar según su:

- Fabricación: Existen compresores abiertos, semiherméticos y herméticos.
- Funcionamiento: Incluyen compresores alternativos de pistón, rodantes de pistón, de tornillo, tipo scroll y turbocompresores.

Condensador: es un intercambiador de calor donde el refrigerante en fase de vapor a alta temperatura y presión se condensa al ceder calor al medio en circulación. La temperatura de condensación del refrigerante debe ser superior a la del fluido que se quiere calentar, permitiendo así la extracción de energía y el enfriamiento del vapor hasta que se condense.

Válvula de expansión: es un dispositivo situado a la salida del condensador que regula la cantidad de refrigerante líquido que circula entre el condensador y el evaporador. Su función es mantener los niveles adecuados de inundación, temperatura y presión para que el ciclo termodinámico funcione correctamente. Después de la expansión, el refrigerante, ahora en una mezcla de líquido y vapor, se introduce en el evaporador para reiniciar el ciclo.

La Figura 3 muestra los elementos que componen una bomba de calor.

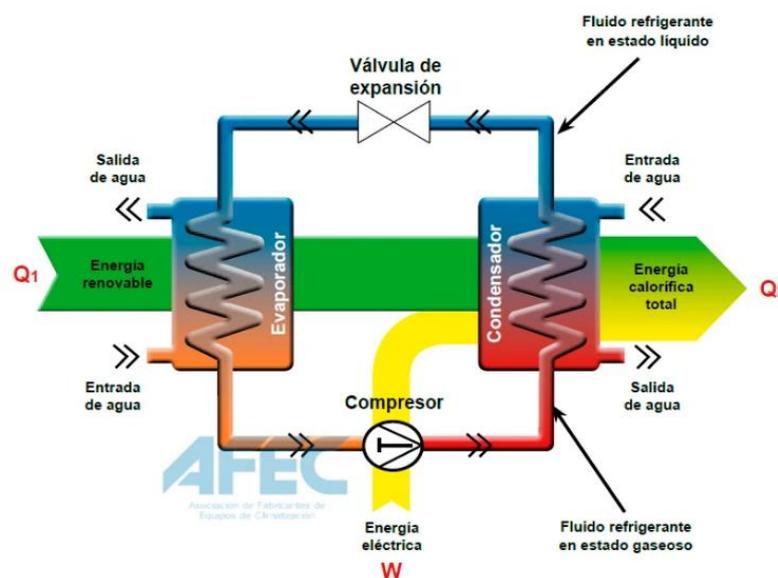


Figura 3. Principio de funcionamiento de una bomba de calor

Fuente: Caloryfrio

1.3.1.3 DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LAS BOMBAS DE CALOR

Según el diseño y las restricciones de instalación, se puede optar por diferentes configuraciones de bombas de calor. [7]

- Bomba de calor Monobloque: en esta configuración, todo el sistema de refrigeración se coloca en una unidad hermética, lo que garantiza la estanqueidad del dispositivo.

El intercambio de calor entre aire y agua se realiza fuera de la vivienda, por lo que solo es necesario instalar dos tuberías: una de agua caliente hacia el interior y otra de retorno. El refrigerante nunca entra en la vivienda, lo que facilita el mantenimiento y reparación.

- Bomba de Calor Split: este tipo de bombas están formadas por la unidad exterior y la unidad interior. En el exterior se encuentran el compresor, el evaporador y la válvula de expansión, mientras que en el interior está el condensador.

En este sistema es necesario conectar ambas partes de la unidad con cables, por lo que existe un mayor riesgo de perder el hermetismo del sistema. El intercambio de calor entre aire y agua se realiza dentro de la vivienda, por lo que el refrigerante debe ir desde el exterior hacia el interior, complicando el mantenimiento y la reparación.

1.3.1.4 EFICIENCIA DE LAS BOMBAS DE CALOR

La eficiencia de las bombas de calor se define mediante una serie de parámetros clave. [8]

Coeficiente de operación (COP).

El COP mide la eficiencia de un sistema energético cuando está en funcionamiento en modo de calefacción. Se calcula dividiendo la cantidad de energía térmica que el sistema produce por la cantidad de energía eléctrica que consume. Cuanto menor sea el gradiente de temperaturas entre el foco frío y el

caliente, menor será la potencia eléctrica consumida, lo que incrementará el COP. Se calcula de la siguiente manera:

$$COP = \frac{\text{Potencia calorífica aportada (kW}_T\text{)}}{\text{Potencia eléctrica consumida (kW}_E\text{)}} \quad (1)$$

Eficiencia Energética en Refrigeración (EER).

El EER es similar al COP, pero se utiliza para evaluar la eficiencia en modo refrigeración. Es la relación entre la potencia térmica instantánea aportada y la potencia eléctrica instantánea consumida. Se calcula como se indica en la ecuación 2:

$$EER = \frac{\text{Potencia frigorífica aportada (kW}_T\text{)}}{\text{Potencia eléctrica consumida (kW}_E\text{)}} \quad (2)$$



Coficiente de Operación Estacional (SCOP).

El SCOP mide el rendimiento de una bomba de calor a lo largo de un período de tiempo, por ejemplo, un año. Se calcula dividiendo la cantidad total de energía térmica que el sistema produce durante la temporada de calefacción por la cantidad total de energía eléctrica que consume en vatios-hora. Los fabricantes proporcionan un COP medido en condiciones de laboratorio normalizadas según la norma EN 14825:2012. La ecuación 3 describe como obtener el SCOP:

$$SCOP = \frac{\text{Demanda energía calorífica anual (kWh}_T\text{)}}{\text{Consumo energía eléctrica anual (kWh}_E\text{)}} \quad (3)$$

Eficiencia Energética Estacional (SPF).

El SPF mide la eficiencia a lo largo de una temporada completa de refrigeración. Se utiliza para calcular el rendimiento estacional en condiciones que no se ajustan a las de laboratorio. Se calcula siguiendo la ecuación 4:

$$SPF = \frac{\text{Demanda energía calorífica anual (kWh}_T\text{)}}{\text{Consumo energía eléctrica anual (kWh}_E\text{)}} \quad (4)$$

Mientras que en el EER y el COP se mide la potencia con unas determinadas condiciones ambientales y a plena carga, en el SPF y en el SCOP se mide el rendimiento energético estacional teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- La producción de energía de calefacción/refrigeración durante su uso anual normal entre el consumo de energía eléctrica total en el mismo periodo.
- Se mide con cargas parciales que, en realidad, se ajusta más al uso real del equipo cuando se instala.
- Consumo del equipo cuando está apagado, desactivado por termostato o en espera.

1.3.2 TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA

La energía solar fotovoltaica es aquella que se obtiene al convertir la luz solar en electricidad empleando una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico. Se trata de un tipo de energía renovable, inagotable y no contaminante.

1.3.2.1 EFECTO FOTOELÉCTRICO

La producción de energía eléctrica a partir de la radiación solar es posible gracias al efecto fotoeléctrico. Este efecto consiste en la emisión de electrones por un material cuando se ilumina con radiación electromagnética (luz visible o ultravioleta). [9]

En materiales semiconductores como el silicio y el germanio, cuando la luz solar incide sobre ellos, los fotones transfieren su energía a los electrones de valencia, liberándolos de sus enlaces electrónicos y creando huecos cargados positivamente en su lugar. Este proceso se ilustra claramente en la Figura 4. Para evitar la recombinación de electrones y huecos, se crea un campo eléctrico interno, generando una corriente eléctrica aprovechable.

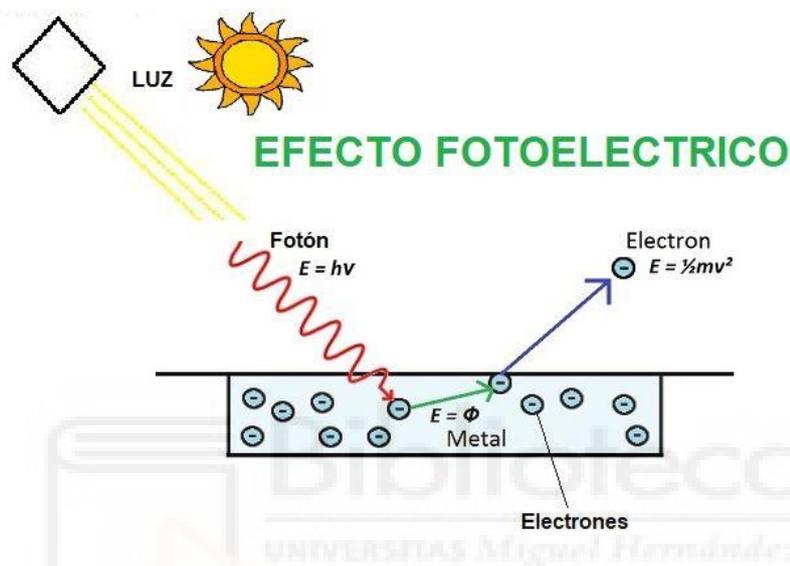


Figura 4. Efecto fotoeléctrico

Fuente: Área tecnológica

1.3.2.2 CÉLULA SOLAR Y SU ESTRUCTURA

La célula solar es un dispositivo que permite transformar la energía lumínica en energía eléctrica mediante el efecto fotoeléctrico, generando energía solar fotovoltaica.

Las células más utilizadas son las de silicio debido a su abundancia y bajo coste. Comparando las células de la Figura 5, es evidente que existen tres tipos distintos según la composición de los cristales de silicio:

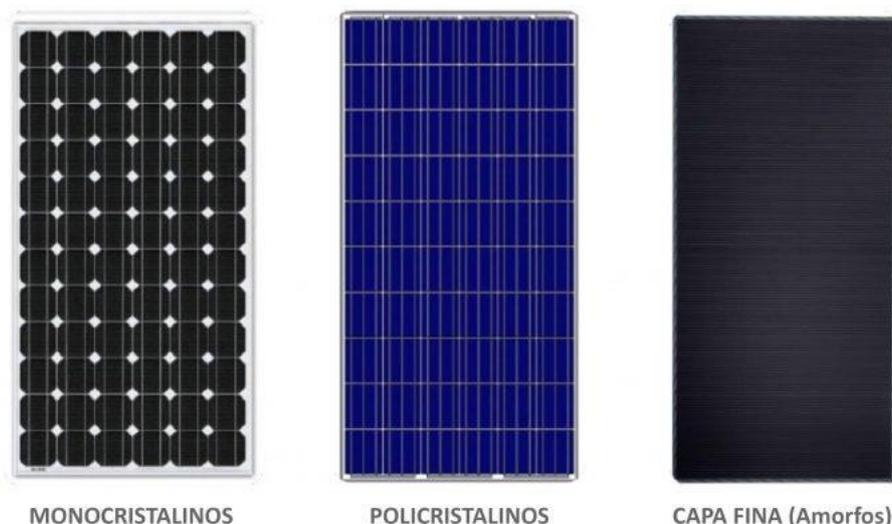


Figura 5. Disposición de los cristales de célula solar

Fuente: TRITEC

La estructura interna de una célula fotovoltaica está compuesta por varios elementos apilados, como puede observarse en la Figura 6:

- Capa Anti-reflectiva: Su diseño tiene como objetivo reducir las pérdidas por reflexión.
- Contacto Metálico Frontal: Malla metálica que asegura una adecuada colección de electrones, permitiendo el paso de la mayor cantidad de luz posible con baja resistencia eléctrica.
- Capa Semiconductor Tipo N: Dopada con sustancias con 5 electrones de valencia en su última capa, donde el portador mayoritario es el electrón.
- Capa Semiconductor Tipo P: Dopada con sustancias con 3 electrones de valencia en su última capa, donde el portador mayoritario es el hueco.
- Unión PN: Zona de desequilibrio entre ambos semiconductores, crucial para la creación de un campo eléctrico interno.
- Contacto Metálico Posterior: Chapa metálica que cubre toda la parte posterior de la célula.

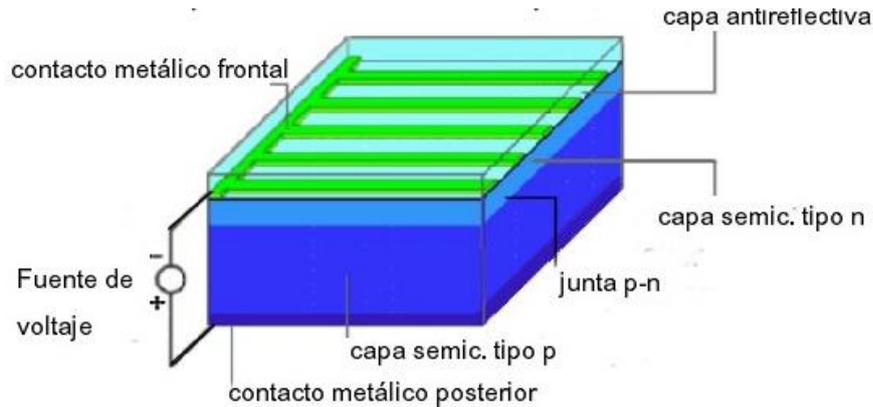


Figura 6. Estructura célula solar

Fuente: Ecoefecto

1.3.2.3 EFICIENCIA DE LA CÉLULA SOLAR

La ecuación 5 describe la eficiencia de una célula fotovoltaica, que es el cociente entre la potencia eléctrica máxima entregada y la irradiancia incidente:

$$\eta = \frac{P_{MAX}}{P_{INC}} = \frac{I_{SC} \cdot V_{OC} \cdot FF}{A \cdot G} \quad (5)$$

Siendo A el área de la célula, G la irradiancia incidente y FF el factor de forma que se define como:

$$FF = \frac{P_{MAX}}{I_{SC} \cdot V_{OC}} \quad (6)$$

Dependiendo de la composición de la célula, la eficiencia varía:

- Células de Silicio Monocristalino: $\eta \approx 15\% - 21\%$
- Células de Silicio Policristalino: $\eta \approx 13\% - 16\%$
- Células de Silicio Amorfo: $\eta \approx 7\% - 13\%$

1.3.2.4 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los módulos fotovoltaicos están compuestos por células fotovoltaicas individuales unidas entre sí, cuyas conexiones se realizan en serie para obtener el voltaje necesario y en paralelo para conseguir la corriente deseada. Para garantizar la correcta inclinación y orientación con respecto a la luz solar, los módulos se colocan en estructuras de soporte específicas. Dos terminales de salida en cada módulo recogen y transfieren la corriente generada a los sistemas de gestión del parque solar.

1.3.2.5 INVERSOR

El inversor de placas solares es el encargado de convertir la corriente continua generada por los paneles solares en corriente alterna, que es el tipo de electricidad que se suministra a través de la red eléctrica.

Además, el inversor optimiza el rendimiento de la energía generada por las placas solares al distribuirla entre los distintos dispositivos del sistema fotovoltaico. Esto significa que la energía recibida de las placas solares se distribuye a la casa para su uso. Si la casa no demanda energía, el inversor la volcará a la red eléctrica general o, si es el caso, enviará la energía sobrante a la batería para su almacenamiento.

Por otro lado, proporciona varias funciones de seguridad, como la detección de fallos en la red, protección contra sobrecargas y cortocircuitos, y desconexión automática en caso de emergencias. También ofrece monitorización del sistema. Esto permite conocer la producción de energía, el rendimiento de la instalación y de cada uno de los paneles instalados. [10]

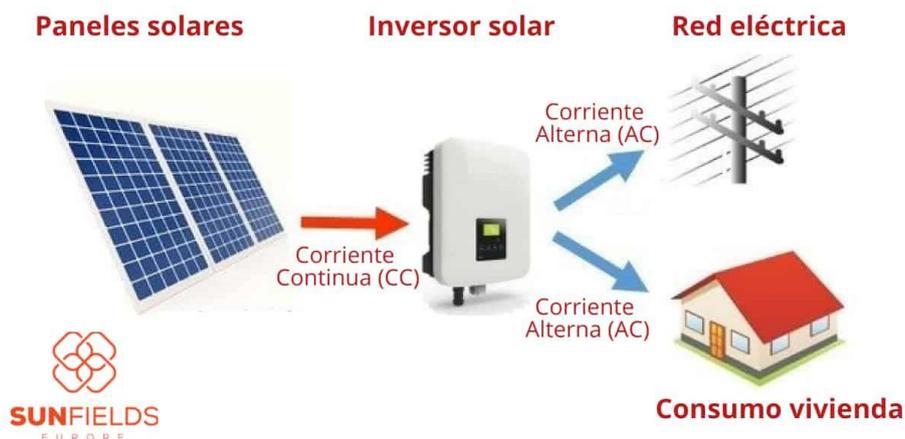


Figura 7. Esquema distribución Inversor

Fuente: Sunfields

1.3.2.6 BATERÍAS

La función principal de las baterías es almacenar la energía generada por las placas solares para su uso posterior. Por lo tanto, permiten aprovechar al máximo la energía solar generada, evitando la necesidad de comprar energía de la red en momentos de alta demanda y altos costos de electricidad. Esto ayuda a reducir las facturas de energía y aumenta la independencia energética.



Figura 8. Batería de placas solares

Fuente: LG

2. MATERIALES Y MÉTODOS DE LA INSTALACIÓN DE ENSAYOS

2.1 MONTAJE Y FUNCIONAMIENTO EXPERIMENTAL

La instalación de ensayos replica una vivienda estándar equipada con una bomba de calor para proporcionar calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria (ACS) a los usuarios de la vivienda, tal y como se representa en la Figura 9. La bomba de calor se alimentará a través de 2 fuentes de energía: una instalación fotovoltaica y energía convencional de la red. Cabe destacar que se incluyen 2 cargas resistivas conectadas a un reloj programador para simular el resto de los consumos de la vivienda, como por ejemplo: lavadora, lavavajillas... Además, mediante sistemas electrónicos, se optimizará tanto la generación como el consumo de la energía producida por los paneles solares.

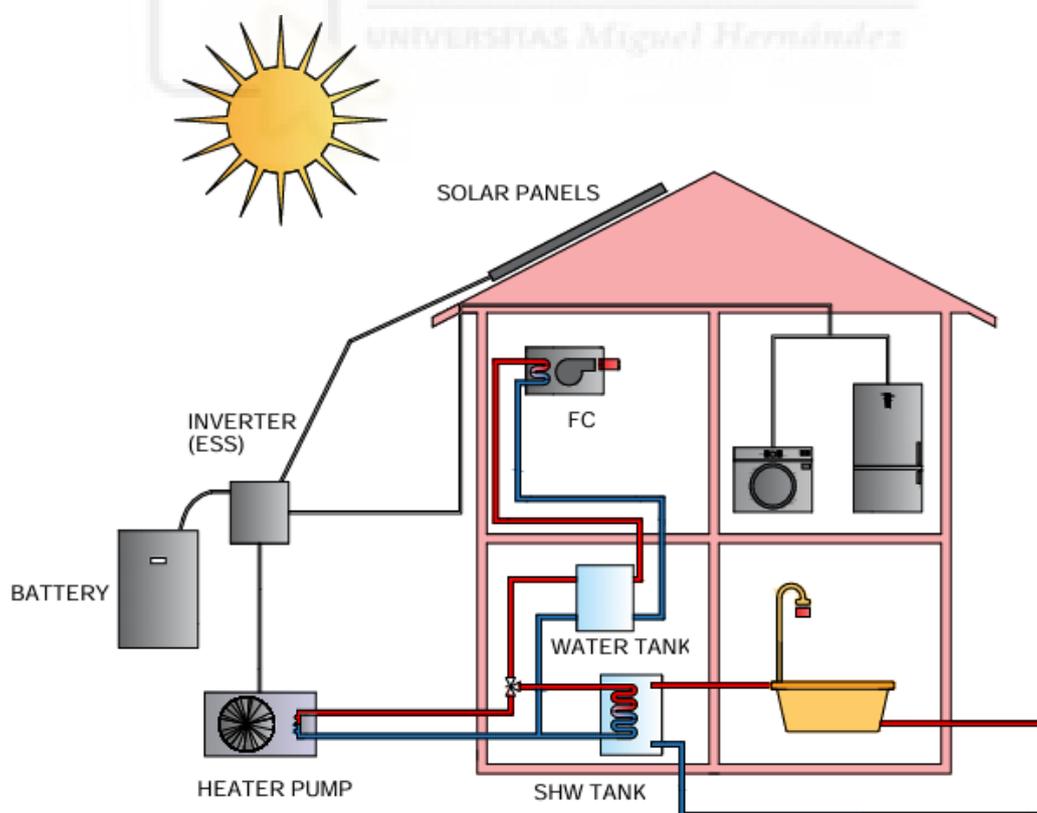


Figura 9. Simulación vivienda familiar

En la Figura 10 se presenta una representación en AutoCAD de la instalación completa.

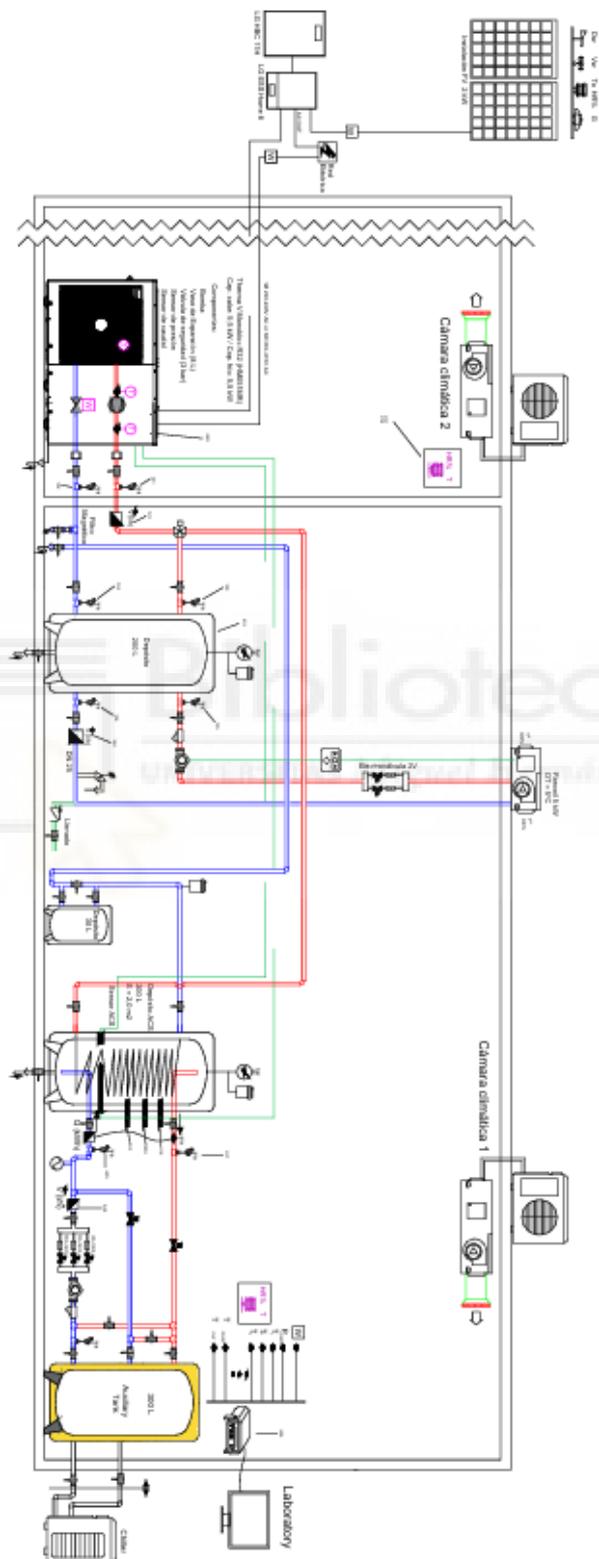


Figura 10. Esquema instalación completa



Figura 12. Equipos simulación ACS

En cuanto a la simulación de calefacción, se ha instalado un depósito de 200L conectado a un fancoil situado en la parte superior de la cámara climática 1. Este fancoil será el encargado de disipar el calor acumulado en el depósito de calefacción. En la Figura 13 se aprecia dicho depósito y el sistema de disipación.

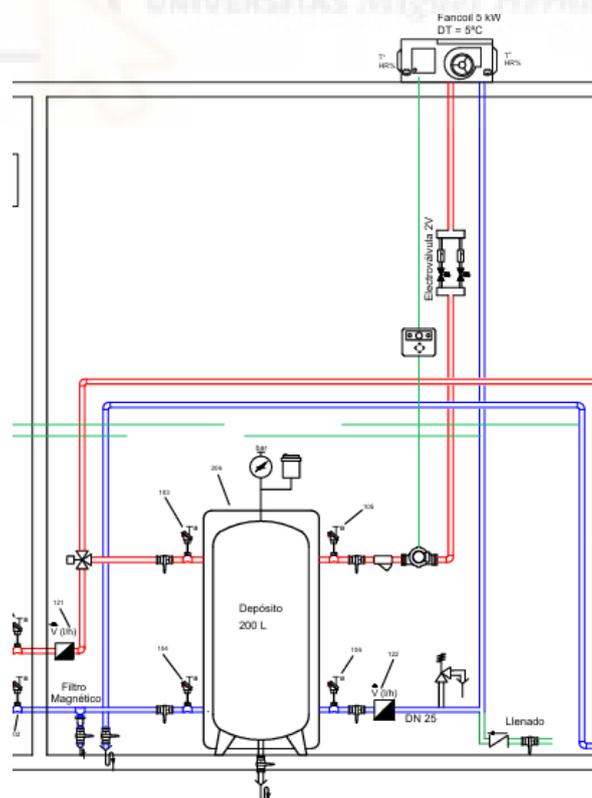


Figura 13. Detalle depósito 200L y fancoil



Figura 14. Depósito calefacción

Además, para un mayor ahorro energético, se instalarán paneles solares en la cornisa del edificio Altet, con su correspondiente inversor, como se muestra en la Figura 15. La instalación tiene una potencia de 2 kW y alimentará a la bomba de calor.

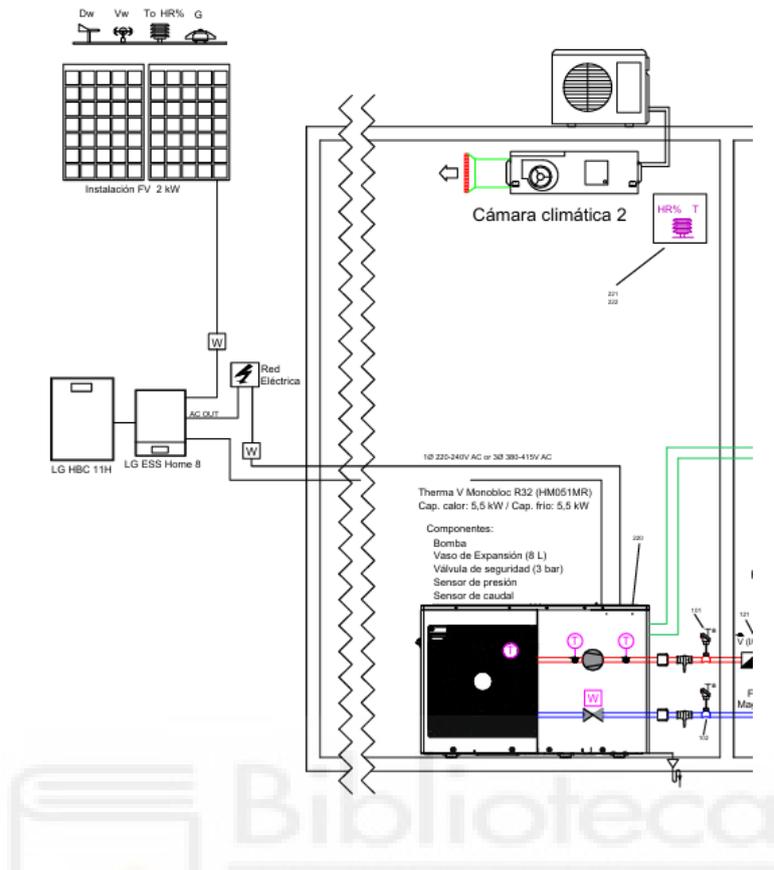


Figura 15. Detalle bomba de calor y paneles solares



Figura 16. Bomba de calor

2.2 MATERIALES

En este subapartado se examinará el conjunto de componentes que se emplearán durante la investigación. En primer lugar, se describirán en detalle los componentes relacionados con la instalación. Luego, se abordarán los componentes específicos de la parte de sensorización. Finalmente, se explicará el montaje y la conexión eléctrica de todos los sensores.

Equipos instalación

2.2.1 DEPÓSITO DE AGUA CALIENTE SANITARIA

El depósito de ACS seleccionado es el MAGNUS IMSL1D 200L de la marca Idrogas, con una capacidad de 186L. Está diseñado para soportar una presión máxima de 8 bar y una temperatura máxima de 90 °C. Las pérdidas a través de sus paredes son de 1,4 kWh/día. [11]



Figura 17. Depósito ACS Idrogas MAGNUS IMSL1D 200L

2.2.2 DEPÓSITO DE CALEFACCIÓN

Para simular el sistema de calefacción, se ha elegido un depósito de la marca Idrogas, modelo 200-AR-T. Este depósito tiene una capacidad de 200 litros y permite un rango de temperatura del agua que va desde -10 °C hasta 100 °C, con una presión máxima de 6 bar.



Figura 18. Depósito 200 L Idrogas 200-AR-T 31

2.2.3 DEPÓSITO AUXILIAR

Para aprovechar el agua utilizada en los ensayos, se instalará un depósito auxiliar con una capacidad de 300 litros. Este depósito tiene una presión máxima de funcionamiento de 8 bar y una temperatura máxima de 90 °C. El intercambiador ubicado en la parte inferior del depósito tiene una capacidad de 15 litros y puede soportar una presión máxima de 25 bar y una temperatura máxima de 200°C. [12]



Figura 19. Depósito auxiliar 300 L

2.2.4 DEPÓSITO DE INERCIA

Para aumentar la eficiencia, se instalará un depósito de inercia de 30 litros. El modelo seleccionado es el 30-AR-A de la marca Idrogas. Este depósito está diseñado para operar en un rango de temperaturas de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ y soporta una presión máxima del agua de 6 bar.



Figura 20. Depósito inercia Idrogas 30-AR-A

2.2.5 SISTEMA DE CONTROL DE LA CÁMARA CLIMÁTICA 2

Para regular la temperatura de la cámara climática 2, se ha instalado un aire acondicionado industrial de la marca RIVACOLD, modelo RC325-33ED. Este sistema hace circular el aire a través de un circuito frigorífico y puede generar un rango de temperaturas de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figura 21. Aire acondicionado industrial RIVACOLD RC325-33ED

2.2.6 BOMBA DE CALOR

La bomba de calor ensayada es de la marca LG, modelo THERMA V HM051MR U44. Tiene una capacidad térmica de 5,5 kW y utiliza el refrigerante R32. Funciona con una alimentación monofásica de 220-240 V y una frecuencia de 50 Hz. Su coeficiente de rendimiento (COP) en calefacción es de 2,7 para una temperatura de aire exterior (OAT) de 7 °C y una temperatura de agua saliente (LWT) de 55 °C. Además, presenta un COP de 3,6 para OAT = 2 °C y LWT = 35 °C, y un COP de 4,7 para OAT = 7 °C y LWT = 35 °C. [13]

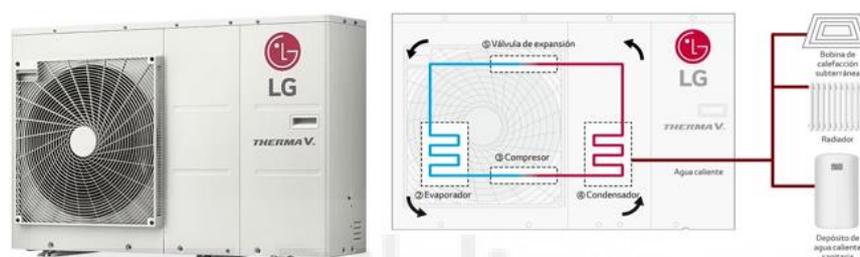


Figura 22. Bomba de calor THERMA V HM051MR U44

Tabla 1. Especificaciones THERMA V HM051MR U44

Nominal Capacity and Nominal Input					ZHBW056A1 [HM051MR U44]
-	-	Outdoor Temp. (°C) DB / WB	Leaving Water Temp. (°C)	-	
Capacity	Cooling	35 / 24	18	kW	5.50
			7	kW	5.50
	Heating	7 / 6	35	kW	5.50
			55	kW	5.50
Power Input	Cooling	35 / 24	18	kW	1.17
			7	kW	1.67
	Heating	7 / 6	35	kW	1.17
			55	kW	2.04
EER	Cooling	35 / 24	18	W/W	4.70
			7	W/W	3.30
COP	Heating	7 / 6	35	W/W	4.70
			55	W/W	2.70
		2 / 1	35	W/W	3.60
SCOP (Low temp. Average Climate)*					4.46
SCOP (Medium temp. Average Climate)*					3.20
Rated Water Flow Rate (at LWT 35 °C)				LPM	15.8

2.2.7 FANCOIL

Para simular la calefacción, se utilizará un fancoil, que será el encargado de disipar el calor del agua proveniente del depósito. El modelo es el MUCM-15-W7 de la marca Mundo Clima. Este fancoil tiene tres posibles caudales de aire: 865, 626 y 441 m³/h, con una presión máxima de funcionamiento de 1,6 MPa y una temperatura máxima de entrada de 80 °C. La capacidad de refrigeración y calefacción varía según el caudal de agua utilizado. [14]



Figura 23. Fancoil Mundo Clima MUCM-15-W7

Tabla 2. Especificaciones MUCM-15-W7

ESPECIFICACIONES

Modelo		MUCM-15-W7		
Código		CL 04 620		
Refrigeración	Capacidad (Alta/Media/Baja) ⁽¹⁾	kW	4,46/3,59/2,83	
	Caudal de agua (Alta/Media/Baja)	m ³ /h	0,79/0,63/0,5	
	Pérdida de carga (Alta/Media/Baja)	kPa	16,4/11,3/7,6	
Calefacción	45°C	Capacidad (Alta/Media/Baja) ⁽²⁾	kW	5,27/4,21/3,21
		Caudal de agua (Alta/Media/Baja)	m ³ /h	0,92/0,73/0,57
		Pérdida de carga (Alta/Media/Baja)	kPa	18,4/12,4/8,1
	50°C	Capacidad (Alta/Media/Baja) ⁽³⁾	kW	6,26/4,99/3,81
		Caudal de agua (Alta/Media/Baja)	m ³ /h	0,79/0,63/0,50
		Pérdida de carga (Alta/Media/Baja)	kPa	13,7/9,5/6,3
Caudal de aire (Alto/Medio/Bajo) ⁽⁴⁾		m ³ /h	865/626/441	
Presión estática		Pa	50Pa (por defecto)	
Volumen de agua del intercambiador		L	0,349	
Alimentación		V/F/Hz	220-240/1/50	
Consumo (Alto)		W	40	
Presión sonora (Alta/Media/Baja) ⁽⁵⁾		dB(A)	44,3/36,3/27,9	
Presión máx. de funcionamiento		MPa	1,6	
Temperatura máx. agua entrada		°C	80	
Conexiones de agua (Hembra)		inch	3/4"	
Conexión del desagüe (Macho)		inch	3/4"	
Dimensiones (Ancho x Alto x Prof.)		mm	941 x 241 x 522	
Peso		kg	22,0	

2.2.8 BOMBAS HIDRÁULICAS

La bomba de agua encargada de bombear el agua desde el depósito de 200 litros hasta el fancoil será el modelo Alpha 3 32-80 180 de la marca Grundfos. Esta bomba tiene un caudal nominal de 1,98 m³/h y consume entre 0,04 A y 0,44 A. La presión máxima de trabajo es de 10 bar (1 MPa) y el rango de temperaturas del agua está comprendido entre 2 °C y 110 °C. [15]



Figura 24. Bomba de agua Grundfos Alpha 3 32-80 180

Por otro lado, para el bombeo de agua proveniente del depósito auxiliar, se utilizará una bomba de agua de la marca Grundfos, modelo Magna1 25-80 180. Esta bomba consume entre 0,09 A y 1,03 A, con una presión máxima de trabajo de 10 bar (1 MPa) y un rango de temperaturas del agua comprendido entre -10 °C y 110 °C. [16]



Figura 25. Bomba de agua Grundfos Magna1 25-80 180

2.2.9 VÁLVULA DE TRES VÍAS

Para redirigir el flujo de agua según sea necesario, se instalará una válvula de tres vías, específicamente el modelo Sauter AKM105100. Esta válvula tarda 30 segundos en cambiar de posición y consume 2,4 W a un voltaje de 230 V. El motor de la válvula genera un torque de 4 Nm. [17]



Figura 26. Válvula de tres vías Sauter AKM105100

2.2.10 ELECTROVÁLVULA

Para regular el caudal en la instalación, se instalarán varias electroválvulas automáticas, eligiéndose el modelo TAZ 206C-25 de la marca ELECTRO. Esta válvula está diseñada para tuberías de 25 mm y admite un rango de presión de 0,5 a 10 bar. Permite regular caudales de hasta 147 l/min y soporta fluidos a temperaturas de hasta 80 °C.



Figura 27. Electroválvula Electro TAZ 206C-25

2.2.11 VASO DE EXPANSIÓN

Se instalará un vaso de expansión de la marca Waft, con una capacidad de 24 L y un rango de temperaturas de 10 °C a 70 °C. Tiene una presión máxima de trabajo de 10 bar y una precarga de fábrica de 2 bar.



Figura 28. Vaso de expansión Waft

2.2.12 FUENTE DE ALIMENTACIÓN

La fuente de alimentación utilizada es de la marca Omron, modelo S8VK-G. Esta fuente actúa como un transformador de tensión, ya que convierte una entrada de 100-240 V AC a una salida de 24 V DC. Será utilizada para alimentar instrumentos como el caudalímetro y las electroválvulas, que requieren 24 V. [19]



Figura 29. Fuente de alimentación Omron S8VK-G

2.2.13 CONTROLADOR PID

Para controlar la temperatura en la cámara climática 2 se utilizan cargas resistivas conectadas a un PID.

El PID elegido es el controlador de temperatura de conexión/desconexión RS Pro. Se alimenta a través de una tensión de 230V AC y su rango de temperaturas se encuentra entre -25 y 75°C. Además, cuenta con una precisión de $\pm 1^\circ\text{C}$ [25]

Este aparato será utilizado para mantener constante la temperatura de la cámara climática 2. Para conseguir un mejor ajuste de la temperatura, se utilizarán 4 PIDs, cada uno conectado a un calefactor distinto.

El PID se enciende cuando la temperatura de la sala disminuye de la temperatura de consigna que se le ha marcado al aparato y se apaga cuando la temperatura de la sala supera la temperatura de consigna. De esta forma, se consigue que las estufas se vayan encendiendo y apagando para mantener la temperatura estable.

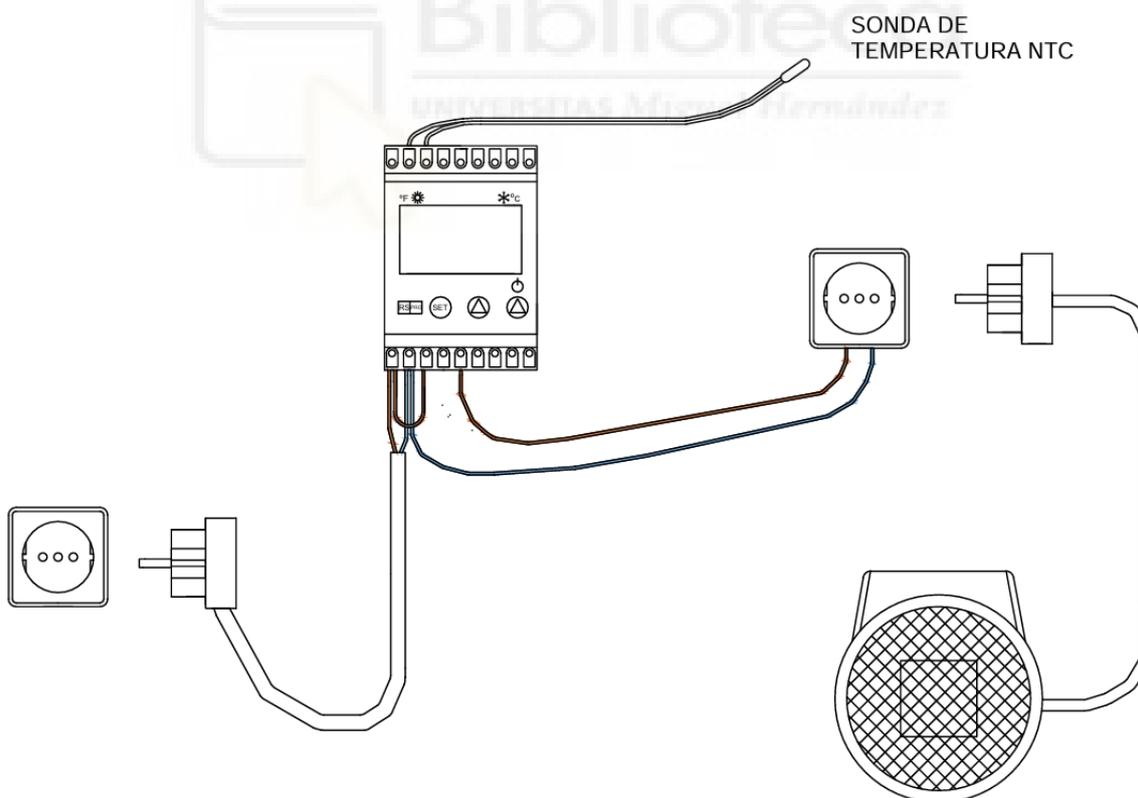


Figura 30. Esquema conexión PID



Figura 31. Disposición calefactores y PIDs



Figura 32. PID RS Pro

2.2.14 CALEFACTOR INDUSTRIAL

Se utilizarán 4 calentadores, cada uno de ellos conectado a un PID. Estos calefactores se utilizarán para mantener constante la temperatura de la cámara climática 2. Para ayudar a conservar la temperatura invariable, también se usará el aire acondicionado industrial mencionado anteriormente.

El modelo escogido es el BGP1506-02 de la marca RS. Tiene una potencia máxima de 2 kW y un flujo volumétrico de 197 m³/h. [26]



Figura 33. Calefactor industrial BGP1506-0

2.2.15 PROGRAMADOR HORARIO

Se conectará al fancoil y a la bomba hidráulica para simular los consumos de calefacción. En el reloj se podrá programar los horarios en los que funcionará el fancoil, de forma que se simulará la calefacción de la vivienda sin necesidad de estar en el laboratorio.

El programador horario utilizado en este proyecto es el modelo Data Micro + de la marca Orbis. Puede estar alimentado por 120 o 240 V y su intensidad de ruptura son 16 A a 250 voltios. [21]



Figura 34. Programador horario Data Micro +

2.2.16 ARDUINO

Este aparato permite controlar el accionamiento de las electroválvulas que regulan el consumo de ACS, así como la bomba circuladora y la enfriadora de agua auxiliar.

El modelo elegido es el MEGA 2560. Tiene 54 pines de entrada/salida digital, 16 entradas analógicas, 4 puertos serie de hardware, un oscilador de cristal de 16 MHz, una conexión USB, un conector de alimentación, un conector ICSP y un botón de reinicio. [28]



Figura 35. Arduino MEGA 2560

2.2.17 SISTEMA LG EES HOME

El ESS es un dispositivo que almacena la electricidad generada por los sistemas de energía (paneles solares) en una batería, que descarga cuando es necesario. El módulo está compuesto por un inversor y la batería. La función del inversor es recibir la energía que generan las placas solares y transformarla de corriente continua a corriente alterna, y la de la batería es almacenar la energía para que pueda ser utilizada en momentos en los que los paneles fotovoltaicos no estén produciendo electricidad. [27]



Figura 36. Inversor y Batería LG

El sistema es el Home 10, cuyas características son una potencia de salida máxima de fotovoltaica de 10 kW y una potencia de salida de la batería de 7kW.

	Home 8	Home 10
Potencia de salida FV máx. (kW)	8kW	10kW
Potencia de entrada FV máx. (kW)	12.0kW	13.5kW
Tipo y fase	Acoplado en CC, trifásico	
N.o de MPPT	3	
Potencia de salida de la batería máx. (kW)	5kW / 7kW (Dual)	
N.o de canales de la batería	2	
Capacidad utilizable de la batería ¹⁾	10.7kWh para LG HBC 11H 14.2kWh para LG HBC 15H	
Garantía del producto	10 años	
Reserva	Sí	
Aplicación para instalación	Sí	
Control por aplicación/web	Sí	

Figura 37. Características sistema Home 10

2.2.18 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

El modelo elegido es el RSM40-8-400M, cuya característica principal es una potencia máxima de 400W, aparejada a un voltaje de 34,39 V y una intensidad de 11,64 A. Se puede observar otras de sus características en la Figura 38.



Figura 38. Características placas solares

En la Figura 39 se muestra la instalación fotovoltaica ubicada en la cornisa del edificio Altet de la universidad Miguel Hernández de Elche. Dicha instalación está compuesta por dos filas de placas solares, distribuidas de manera uniforme para maximizar la captación de energía solar.



Figura 39. Instalación fotovoltaica

Equipos sensorización

2.2.19 SONDAS DE TEMPERATURA

Termorresistencias (RTD)

Las termorresistencias empleadas para obtener las mediciones de temperatura en la instalación son sondas Pt100 con cabezales de terminales industriales. Estas sondas, utilizadas para medir las distintas temperaturas en las tuberías de agua, tienen una conexión de 4 hilos que proporciona gran estabilidad y precisión clase B. El tubo de protección tiene una longitud de 150 mm y un diámetro de 6 mm. El rango de medida de temperatura es de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$. [22]



Figura 40. RTD

Termopar Tipo K

El termopar tipo K es un sensor capaz de medir temperaturas en un rango desde $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta $+1200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Está compuesto por dos cables de metales diferentes que se unen en un extremo (junta caliente), que se coloca sobre el objeto cuya temperatura se desea medir, mientras que la otra unión (junta fría) toma una temperatura de referencia. La diferencia de temperatura entre ambas uniones genera una tensión eléctrica que se traduce a temperatura. [23]



Figura 41. Termopar tipo K

2.2.20 CAUDALÍMETRO

El caudalímetro SM6000 es un sensor de flujo volumétrico magnético-inductivo, capaz de detectar el caudal volumétrico, la cantidad consumida y la temperatura media. Su rango de medición está entre 0,1 l/min y 25 l/min, y su rango de visualización entre -30 l/min y 30 l/min. El rango de temperatura del líquido conductor permitido es de -10 °C a 70 °C. Dispone de dos salidas digitales y una analógica, con una salida analógica de corriente comprendida entre 4 mA y 20 mA y una de tensión entre 0 V y 10 V. [24]



Figura 42. Caudalímetro SM6000

2.2.21 SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD

Para obtener datos de temperatura y humedad relativa del ambiente, se ha seleccionado el sensor EE210-HT6, que incorpora el elemento de medida EE210P. De acuerdo con su ficha técnica, el rango de temperatura abarca desde

-20 °C hasta 80 °C, y la humedad relativa se mide en un rango de 0% a 100%. Ambas señales se transmiten mediante una salida de 4-20 mA. Este dispositivo también se conoce como termohigrómetro.



Figura 43. Sensor de temperatura y humedad EE210-HT6

2.2.22 CONVERTIDOR DE CORRIENTE

El convertidor o transductor de corriente MACX MCR-SL-CAC-12-I-UP se utilizará en el proyecto para medir la corriente consumida por la bomba de calor, así como su voltaje. Este dispositivo permite convertir corrientes alternas de 5 A o 12 A en señales analógicas de salida entre 0 mA y 20 mA o 4 mA y 20 mA, configurable mediante un selector DIP. La tensión de alimentación varía entre 19,2 V AC/DC y 253 V AC/DC. [18]

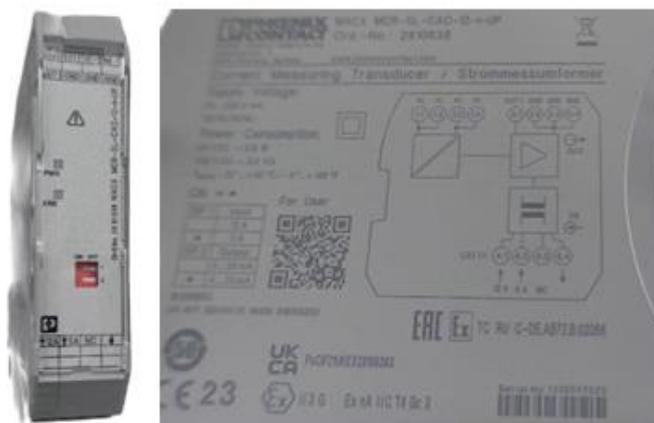


Figura 44. Convertidor de corriente MACX MCR-SL-CAC-12-I-UP

2.2.23 SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos de caudal, intensidades, temperaturas y voltajes, se utilizará el equipo de adquisición de datos Keysight DAQ970A. Este dispositivo permite realizar escaneos a intervalos con almacenamiento de hasta 100,000 lecturas con fecha y hora, y ofrece la posibilidad de conectar un disco duro. Además, cada uno de sus canales puede configurarse de manera independiente.



Figura 45. Sistema de adquisición de datos Keysight DAQ970A

Es importante destacar que el DAQ970A puede alojar hasta tres tarjetas de adquisición de datos o módulos multiplexores en su parte posterior. Cada tarjeta cuenta con 20 canales principales más 2 canales de intensidad. Cada canal tiene dos conexiones marcadas con las letras H (High) y L (Low). [20]



Figura 46. Tarjeta de adquisición de datos

2.3 MONTAJE DE LA INSTALACIÓN

La instalación se llevará a cabo en el laboratorio de máquinas y motores térmicos de la Universidad Miguel Hernández de Elche.

Para este montaje, se reutilizarán equipos del proyecto experimental anterior, como las cámaras climáticas, el depósito de calefacción y el fancoil. El resto de la instalación se construirá desde cero, con la colaboración del técnico de laboratorio, un profesor y una empresa externa.

2.3.1 CONEXIÓN TERMOPARES

Los termopares son sondas de temperatura compuestas por dos hilos de materiales distintos: el hilo de color blanco es de níquel, y el verde es una aleación de níquel-cromo.

Para su instalación, es importante considerar que, debido a las pérdidas por resistencia, los hilos del termopar vienen de fábrica con una longitud máxima. Si se necesita una longitud superior para la sensorización, se debe utilizar un cable extensor que tenga una sección mayor y no tenga una longitud máxima. La unión entre ambos cables se realizará a través de un conector, respetando los colores de los hilos. Al conectar el termopar al módulo multiplexor, se debe seguir el siguiente orden: el hilo verde (NiCr) va al terminal High (H) y el hilo blanco (Ni) va al terminal Low (L).



Figura 47. Cable extensor



Figura 48. Conexión termopar

2.3.2 CONEXIÓN RTD

En la conexión de las sondas RTD se deben tener en cuenta varios aspectos.

Primero, es importante saber que el cabezal de las RTD contiene dos placas de platino separadas verticalmente y que la conexión se realiza mediante un cable de 4 hilos, con los colores verde, rojo, marrón y blanco. Es fundamental respetar que el positivo corresponde al Alto (H) y el negativo al Bajo (L), como se muestra en el esquema de conexión.

Además, es crucial que al conectarlas a la tarjeta de adquisición de datos se mantenga un espacio de 10 canales. Es decir, si se utiliza el CH01 para dos hilos, la otra pareja de hilos debe insertarse en el CH11.

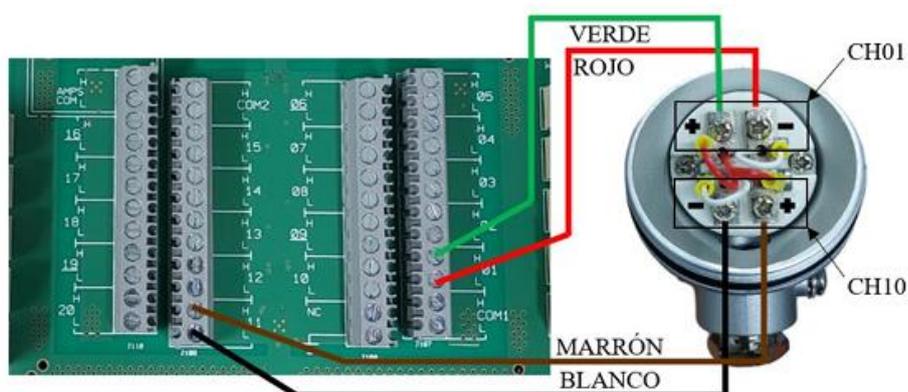


Figura 49. Conexión RTD

2.3.3 CONEXIÓN CAUDALÍMETRO

En la Figura 50 se muestra el esquema de conexión del caudalímetro

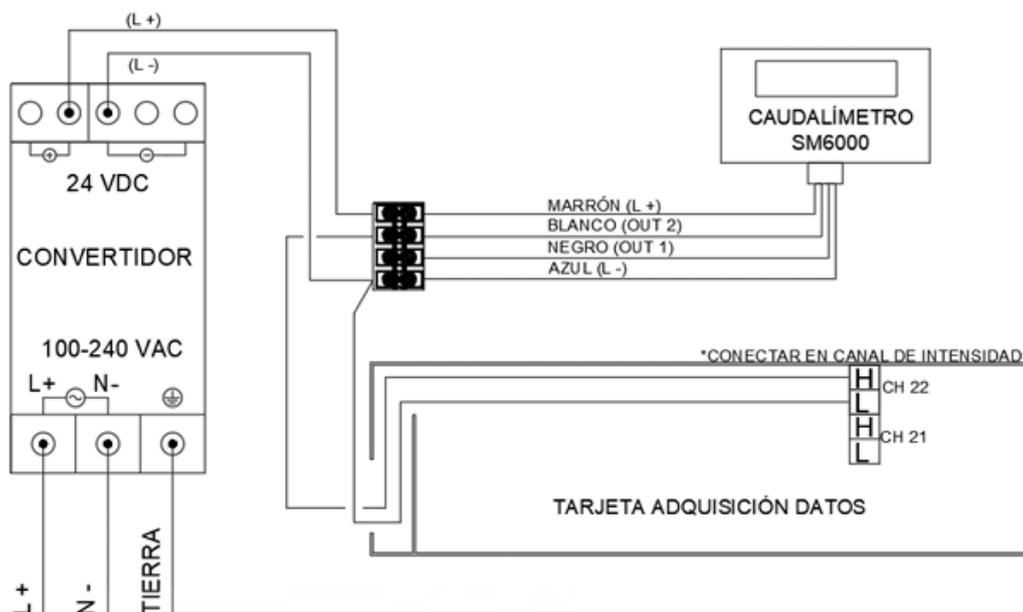


Figura 50. Esquema conexión caudalímetro

Será necesario conectar el caudalímetro a una fuente de alimentación (convertidor) porque requiere una alimentación de 24V DC.

El caudalímetro incluye un cable de fábrica con cuatro colores: dos para la alimentación y dos para la señal. El cable marrón (L+) debe conectarse al positivo de la fuente de alimentación, mientras que el cable azul (L-) se conectará al negativo de la fuente.

La señal del caudalímetro se conectará a la tarjeta de adquisición de datos de Keysight. El cable blanco (OUT 2) debe conectarse al terminal High (H) del canal 21 o 22, ya que estos canales son los que miden la intensidad en la tarjeta. Debido a que los canales 21 y 22 miden intensidad y se requiere una lectura de caudal, será necesario realizar una conversión en el software posteriormente.

Finalmente, se debe conectar un cable desde el negativo (L-) de la fuente de alimentación al terminal Low (L) del mismo canal al que hemos conectado el OUT 2.

Es crucial no conectar el cable negro del caudalímetro, ya que esto provocaría un error.

2.3.4 CONEXIÓN TRANSDUCTOR DE CORRIENTE

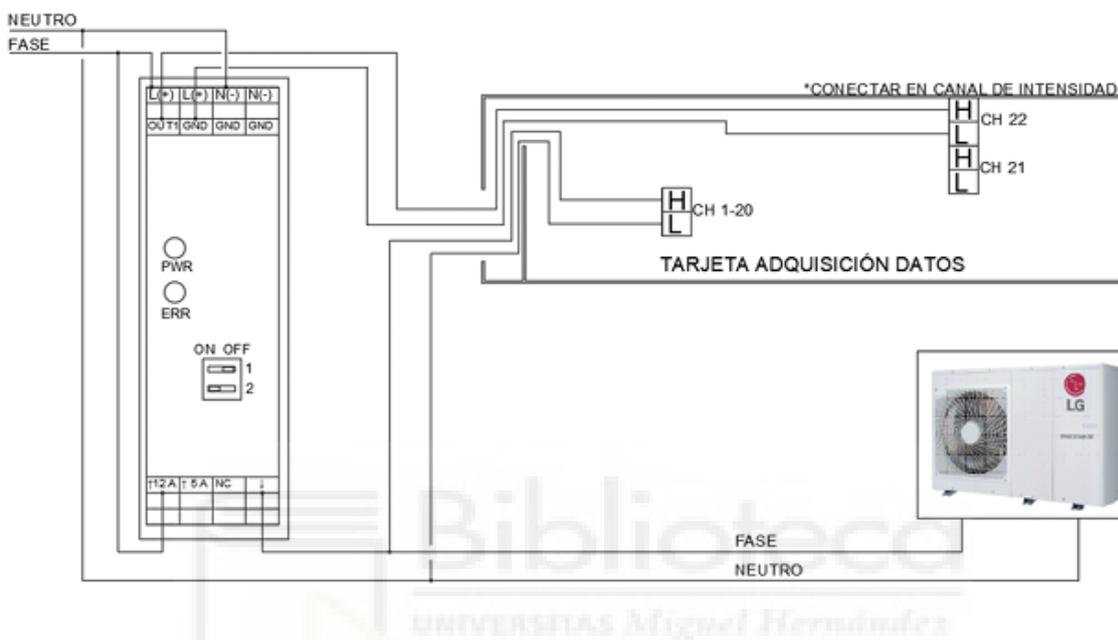


Figura 51. Esquema conexión transductor de corriente

El transductor de corriente se utilizará para medir el consumo de la bomba de calor, que se alimentará con una tensión de 230V. Para medir la potencia, será necesario conocer la tensión de la bomba de calor y la intensidad que demanda.

El transductor proporciona una salida de 4-20 mA, proporcional a la intensidad que circula a través de la bomba de calor, con un máximo de 12 A. El transductor se intercalará en la fase de alimentación de la bomba de calor.

Se conectará la fase al terminal High (H) y el neutro al terminal Low (L), ambos a un canal del 1 al 20 para medir el voltaje. Para leer la intensidad, se conectará el pin OUT1 al terminal High (H) y el GND al terminal Low (L), asegurándose de que esto se haga en un canal de intensidad CH21 o CH22.

2.3.5 CONEXIÓN SENSOR DE HUMEDAD Y TEMPERATURA

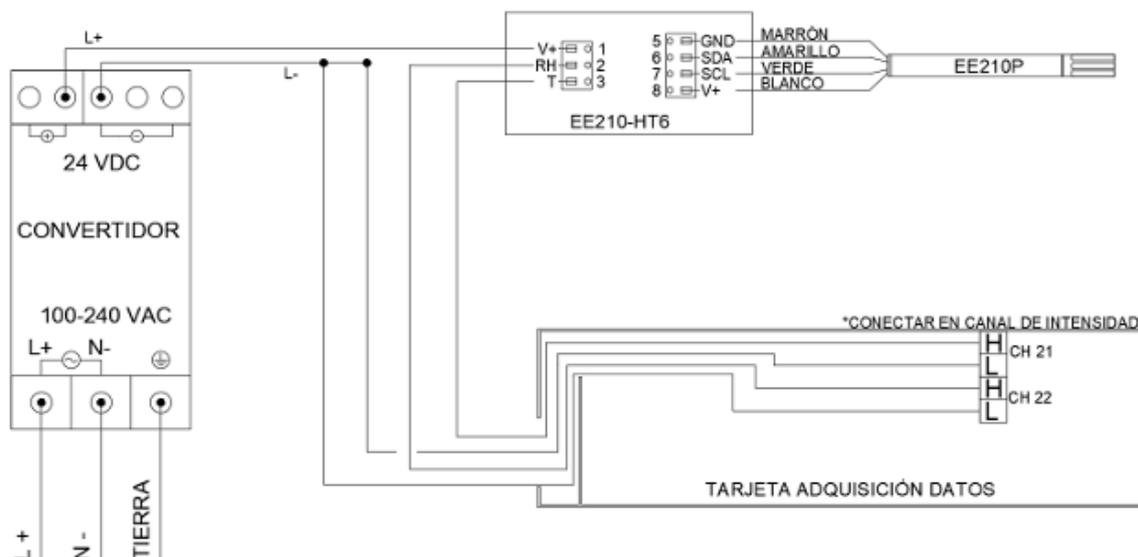


Figura 52. Esquema conexión sensor de humedad y temperatura.

En la cámara climática 2 se instalará un sensor de humedad y temperatura. Este sensor consta de dos componentes: el sensor de humedad y temperatura (EE210P), que tiene una forma cilíndrica y un cable de 4 hilos, y una caja de conexiones con carcasa (EE210-HT6).

Para conectar ambos componentes, se debe respetar el orden de colores y pines. El equipo se alimentará con 24V DC desde el convertidor, conectando el (L+) al pin 1 de la caja de conexiones.

Para leer los datos de temperatura (T) y humedad relativa (RH), los pines 2 y 3 se conectarán al terminal High (H) de los canales de intensidad. Además, se sacarán dos cables (L-) del convertidor que se conectarán al terminal Low (L) de estos dos canales.

2.3.6 CONEXIÓN FANCOIL

Para instalar el fancoil, es necesario seguir el esquema de conexiones proporcionado en la Figura 53. El equipo se alimentará mediante una toma monofásica de 230 V 50Hz.

Primero, se conectará directamente la placa, uniendo la fase (L) y el neutro (N), y se derivará la placa a tierra. Luego, se conectará el interruptor de 3 posiciones (Figura 50), uniendo la fase de 230 V al interruptor y el neutro al (N) de la placa.

El propósito de este interruptor es regular la velocidad del aire que entra al fancoil.

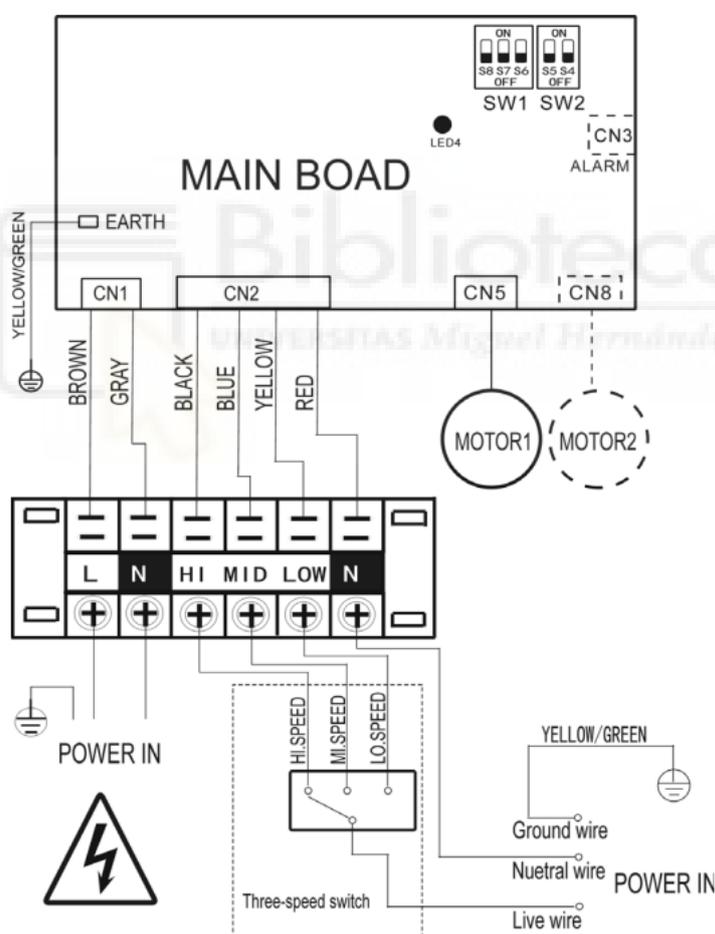


Figura 53. Esquema conexión fancoil

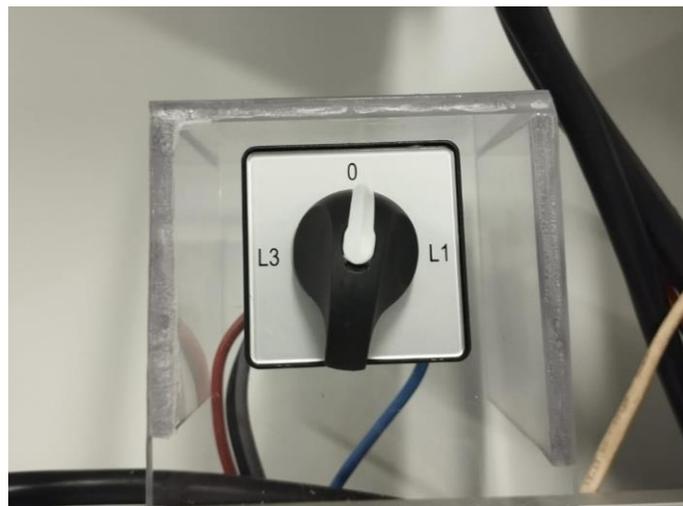


Figura 54. Velocidades fancoil

En la Tabla 3 se mostrará un resumen de todas las conexiones correspondientes a los diferentes canales del sistema de adquisición de datos.

Tabla 3. Resumen de conexiones de los sensores

Canal	Tipo de sonda	Variable	Definición
101	Temp 4-Wire RTD	T_{w1}	Temperatura agua impulsión BdC
102	Temp 4-Wire RTD	T_{w2}	Temperatura agua retorno BdC
103	Temp 4-Wire RTD	T_{w3}	Temperatura agua entrada primario del depósito
104	Temp 4-Wire RTD	T_{w4}	Temperatura agua salida primario del depósito
105	Temp 4-Wire RTD	T_{w5}	Temperatura agua entrada secundario del depósito
106	Temp 4-Wire RTD	T_{w6}	Temperatura agua salida secundario del depósito
121	DC Current	Q_{BdC}	Caudalímetro primario (BdC)
122	DC Current	Q_{Fc}	Caudalímetro secundario (Fancoil)
201	Temp 4-Wire RTD	T_{w7}	Temperatura agua salida depósito ACS
202	Temp (Type K)	T_{1c2}	Temperatura 1 depósito ACS
203	Temp (Type K)	T_{2c2}	Temperatura 2 depósito ACS
204	Temp (Type K)	T_{3c2}	Temperatura 3 depósito ACS
205	Temp 4-Wire RTD	T_{w8}	Temperatura entrada depósito ACS
206	Temp (Type K)	T_{cc1}	Termopar C.Climática 1
220	Temp (Type K)	T_{cc2}	Termopar C.Climática 2
221	DC Current	I	Temperatura Termohigrómetro
222	DC Current	I	Humedad Relativa Termohigrómetro
301	AC Voltage	V	Voltaje BdC
321	DC Current	I	Intensidad BdC
322	DC Current	I	Caudalímetro circuito secundario (ACS)

En las figuras 55 y 56 se muestra la numeración de las sondas de forma gráfica.

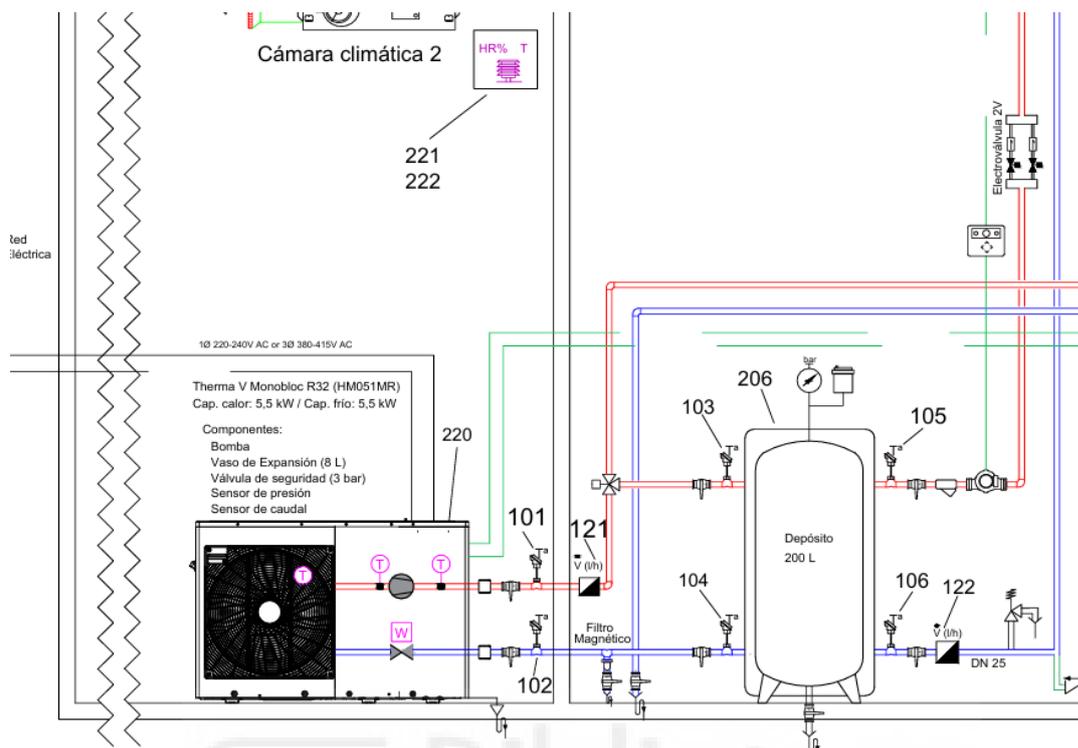


Figura 55. Numeración sondas parte calefacción y bomba de calor

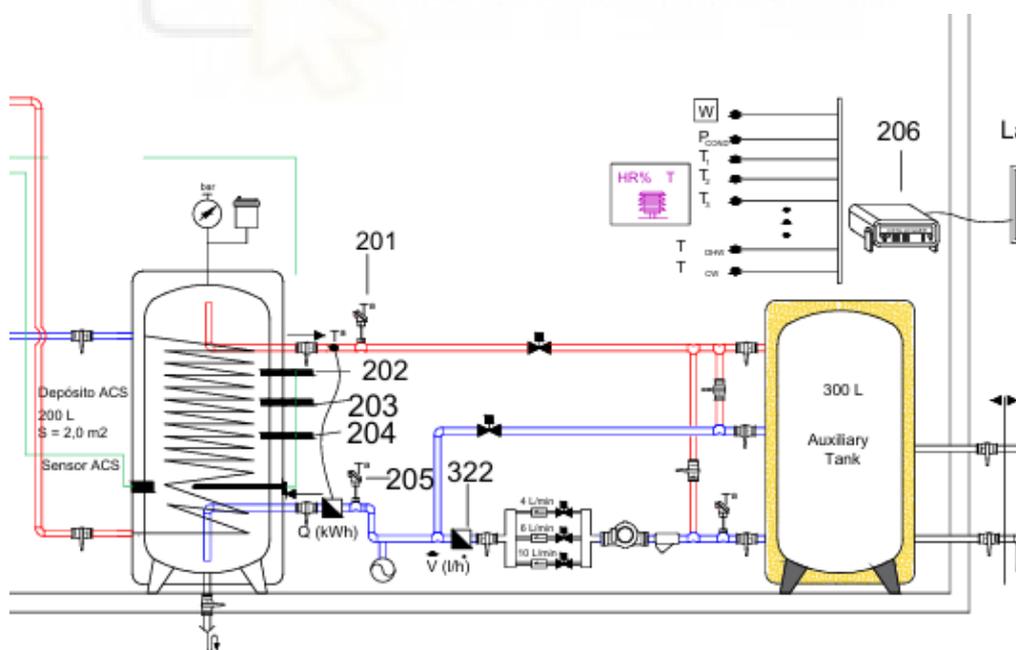


Figura 56. Numeración sondas parte ACS

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ENSAYOS

El objetivo de los ensayos es estudiar la eficiencia de la bomba de calor en diferentes condiciones ambientales cuando proporciona calefacción y agua caliente sanitaria. Podremos conocer la eficacia gracias al SCOP.

Se llevarán a cabo 2 tipos de ensayos: ensayos preliminares y ensayos de consumo. Los ensayos preliminares tienen como objetivo aprender sobre el funcionamiento de los equipos y verificar que todos los componentes trabajan de manera adecuada. Cabe destacar que en esta fase también se realizará la puesta a punto de la instalación.

Por otro lado, los ensayos de consumo se enfocarán en simular el consumo de una vivienda tipo en diferentes zonas climáticas. Para ello, se recrearán distintos escenarios de uso, considerando variables como la temperatura ambiente, la temperatura del agua de red y la demanda de calefacción y de ACS. Estos ensayos permitirán obtener una visión del funcionamiento del sistema frente a las variaciones climáticas.

Los datos necesarios para la obtención del COP se recopilarán gracias al software BenchVue y se exportarán para procesarlos posteriormente en Excel.

3.2 ENSAYOS PRELIMINARES

Como se ha mencionado anteriormente, los ensayos preliminares tienen la función de comprender el funcionamiento de los equipos de la instalación y realizar la puesta a punto de ésta.

Durante esta fase se han realizado 2 tipos de ensayos distintos. En primer lugar, se llevaron a cabo pruebas en las que solo existía demanda de calefacción, lo que permitió analizar el comportamiento de cada uno de los elementos, verificar su correcto funcionamiento y ajustar la instalación.

Por otro lado, se realizó un análisis de las pérdidas térmicas del depósito de calefacción con el objetivo de obtener el valor del coeficiente total de transmisión de calor (U^*A), para así poder entender la eficiencia energética del sistema.

3.2.1 ENSAYO CON DEMANDA DE CALEFACCIÓN

En este primer ensayo, que tiene una duración de 24 horas, se ha establecido una temperatura de consigna de 45°C para el depósito de calefacción, mientras que la temperatura de la cámara climática 2, que simula las condiciones ambientales, es de 15°C. El fancoil tiene un horario de funcionamiento de 4 horas y se ha optado por una velocidad baja.

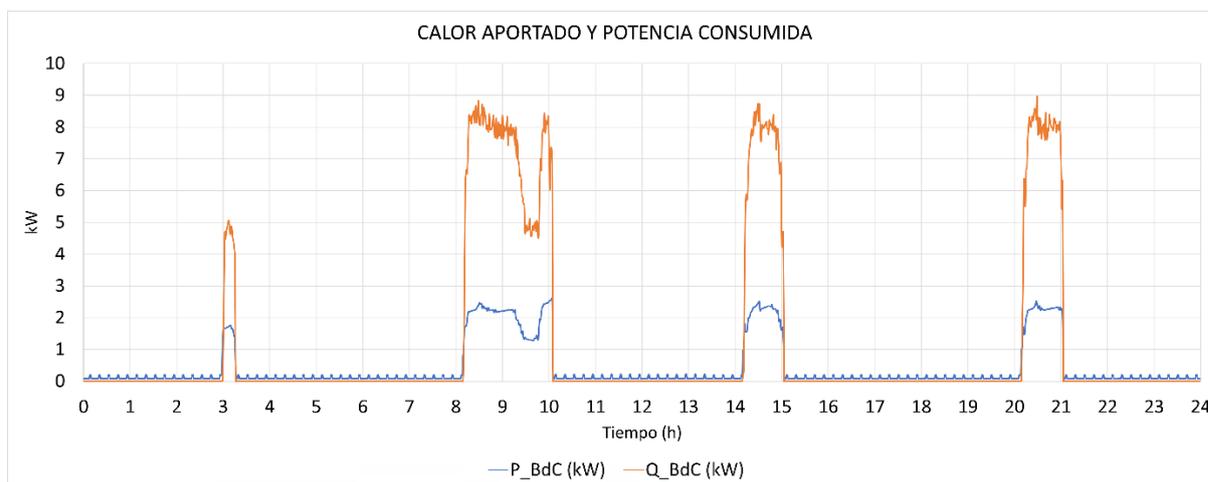
En esta prueba se han identificado varios aspectos importantes sobre el funcionamiento de la instalación que deben ser resaltados. En primer lugar, se ha observado que la bomba de calor empleada está diseñada para verificar la temperatura de retorno del agua mediante arrancadas internas. Además, es destacable el método para mantener estable la temperatura de la cámara climática 2, algo que es fundamental para la realización del ensayo y por último, se han encontrado diferencias entre el COP de la bomba de calor y el COP de la instalación completa.

3.2.1.1 ARRANCADAS INTERNAS PARA COMPROBACIÓN DE LA TEMPERATURA

Se observa que la bomba de calor utilizada está diseñada para monitorear internamente la temperatura de retorno del agua. Cuando esta temperatura alcanza el valor de consigna configurado en el termostato, la BdC detiene su funcionamiento.

En la Gráfica 1 se compara el calor aportado por la bomba de calor con la potencia eléctrica consumida. Cabe destacar que el calor que el dispositivo aporta al agua se encuentra entorno a los 8 kW y en la ficha técnica del fabricante se especifica que la máquina proporciona 5 kW. Esta gran diferencia se debe a

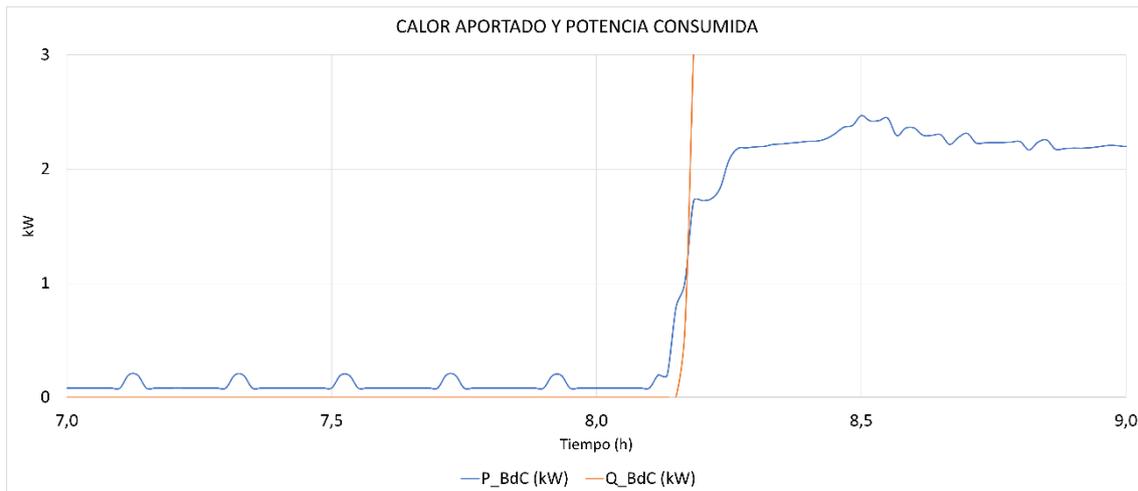
que las BdC actuales están optimizadas para que, en condiciones de laboratorio, entreguen esos 5 kW. Dado que las condiciones en este ensayo son más favorables para la máquina, esta genera un mayor aporte de energía térmica.



Gráfica 1. Calor aportado vs Potencia consumida, ensayo 1

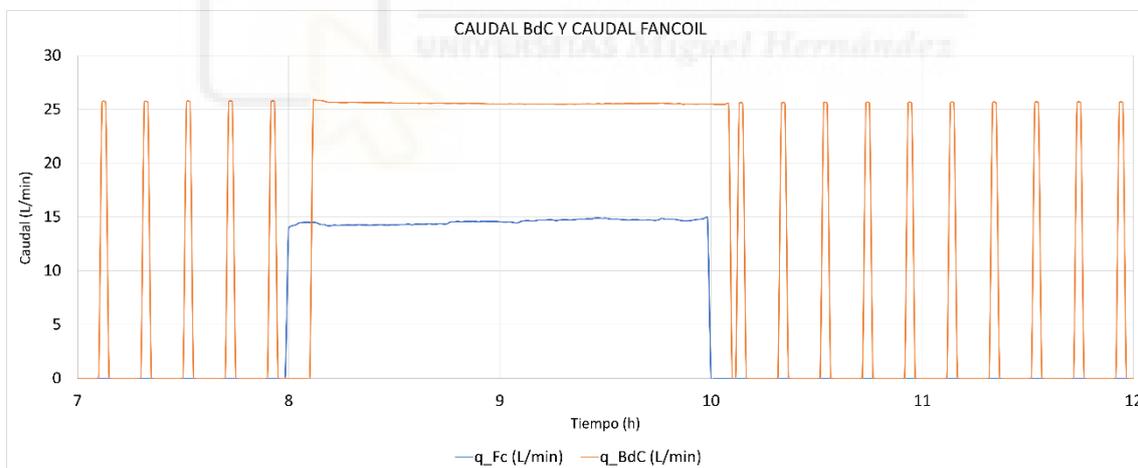
Ampliando la gráfica se puede observar el comportamiento de la máquina cuando se detiene al llegar a la temperatura de consigna. Como se ha explicado anteriormente, la bomba interna de la máquina arranca cada cierto tiempo para comprobar la temperatura del depósito. Los picos que se observan en la Gráfica 2 es la potencia consumida en cada una de esas comprobaciones.

La temperatura de referencia es la de retorno de la bomba de calor. Cuando la temperatura de retorno sea igual a la temperatura de consigna menos la histéresis, la máquina volverá a arrancar.



Gráfica 2. Consumos arranque bomba interna

Este fenómeno también puede observarse en la representación de los caudales de la bomba de calor y del fancoil. En la Gráfica 3 se contempla como cada cierto tiempo la BdC arranca durante unos minutos.



Gráfica 3. Caudal bomba de calor vs Caudal fancoil, ensayo 1

Este comportamiento provoca que el dispositivo consuma más potencia eléctrica de la realmente necesaria para calentar el agua de los depósitos, lo que genera un exceso de consumo energético y una reducción en la eficiencia del sistema.

Esto se puede verificar con los valores de la Tabla 4, obtenidos tras el procesado de datos del ensayo.

Tabla 4. Datos ensayo 1

Q_BC	27,82	kWh
E_elec	10,27	kWh
E_elec,BC,ON	8,19	kWh

Los valores mostrados hacen referencia al calor que aporta la bomba de calor, la potencia eléctrica total consumida y la potencia eléctrica consumida exclusivamente cuando la BdC está en funcionamiento, es decir, excluyendo las arrancadas que realiza para comprobar la temperatura del depósito. De este modo, se consiguen 2 valores diferentes de eficiencia. En primer lugar, utilizando la potencia eléctrica total consumida, se obtiene un SCOP de 2,71. En cambio, al considerar el valor de potencia eléctrica consumida durante el funcionamiento de la BdC, el SCOP es de 3,4. Se aprecia una notable diferencia, producida por el consumo adicional de energía debido a las arrancadas internas.

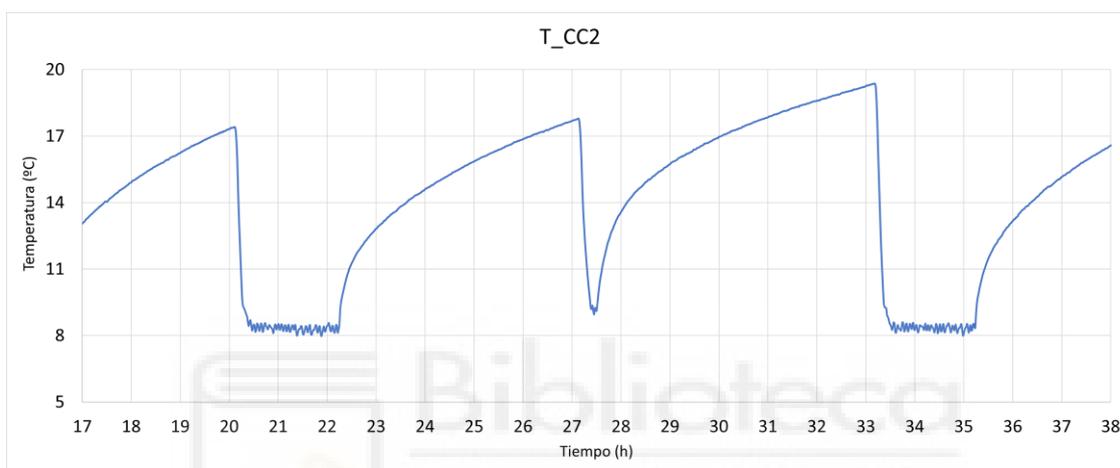
Para mejorar la eficiencia, una estrategia sería reducir el número de arrancadas por hora. Por esta razón, en los ensayos realizados posteriormente, se modificará el tiempo entre arrancadas, limitándolas a 3 por hora.

3.2.1.2 CONTROL DE TEMPERATURA DE LA CÁMARA CLIMÁTICA 2

Como se ha explicado en capítulos anteriores, la temperatura de la cámara climática 2 se controla mediante 4 calefactores y 4 PIDs. El controlador PID se activa cuando la temperatura de la sala desciende por debajo del valor de consigna. Este proceso permite que las estufas se enciendan y apaguen de manera intermitente, manteniendo así la temperatura de la cámara estable.

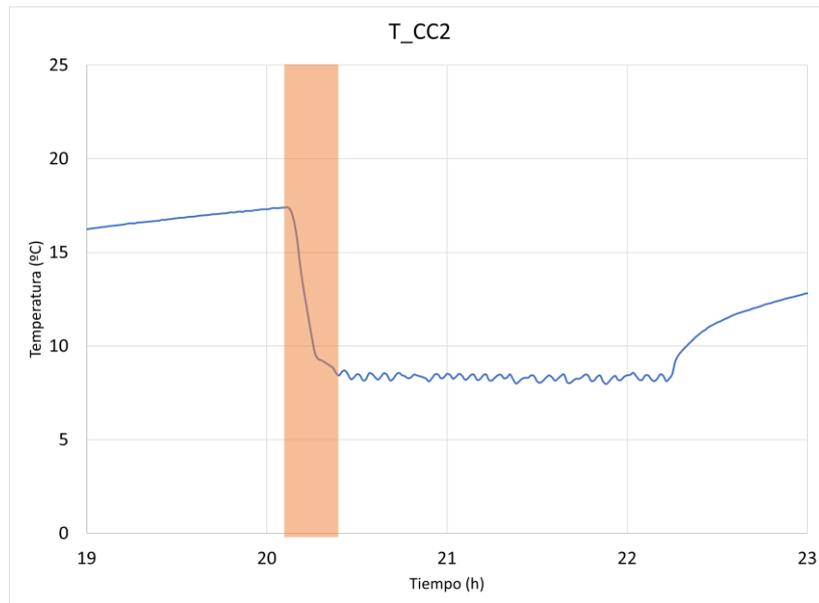
No obstante, además del control que se lleva a cabo con los calefactores, es necesario conectar el aire acondicionado de la cámara para evitar que la temperatura aumente excesivamente cuando la bomba de calor detiene su funcionamiento. Este ajuste asegura un control más preciso y evita fluctuaciones indeseadas en la temperatura.

La Gráfica 4 pertenece a un ensayo en el que el aire acondicionado estaba desactivado. Se observa que en los periodos de tiempo en los que la bomba de calor está en funcionamiento, la temperatura de la sala es estable entorno a unos 9°C. Sin embargo, cuando la máquina se detiene, la temperatura de la cámara aumenta hasta llegar a la temperatura ambiente, ya que no hay ningún componente que limite su temperatura.



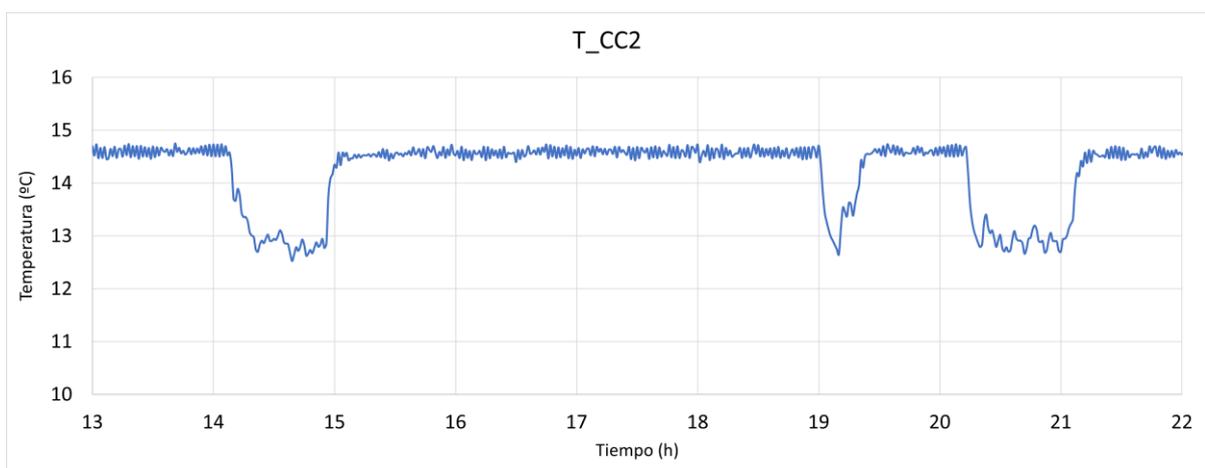
Gráfica 4. Temperatura cámara climática 2

Este comportamiento provoca que, cuando la BdC arranca, haya un periodo de tiempo en el que el proceso sea transitorio, ya que la sala tiene que pasar de temperatura ambiente a la temperatura de consigna de los PIDs. Contemplando la Gráfica 5, se puede ver claramente el periodo transitorio recalcado de rojo.



Gráfica 5. Ampliación temperatura cámara climática 2

Por otro lado, la Gráfica 6 corresponde al ensayo analizado en este capítulo, en el cual el aire acondicionado está activado. Se observa que cuando la BdC está apagada, la temperatura de la sala se mantiene totalmente estable, alrededor de los 13°C. Esto produce que se incremente el tiempo en régimen estacionario, ya que disminuye la diferencia de temperaturas cuando la máquina está activada y desactivada.



Gráfica 6. Temperatura cámara climática

3.2.1.3 DIFERENCIAS EFICIENCIA INSTALACIÓN Y EFICIENCIA BOMBA DE CALOR

Otro de los aspectos estudiados en este ensayo es la diferencia entre la eficiencia de la bomba de calor y la eficiencia de la instalación. Por un lado, el SCOP de la bomba de calor se define:

$$SCOP_{BdC} = \frac{Q_{BdC}(kWh)}{E(kWh)} \quad (7)$$

Como se muestra en la Tabla 5, ubicada en páginas anteriores, el calor generado por la bomba de calor es 27,82 kWh y la energía eléctrica consumida por la máquina es 10,27 kWh. Por lo tanto, el SCOP toma el valor de 2,71.

Sin embargo, al considerar el calor aportado al agua caliente sanitaria y el calor disipado en el fancoil, que son las cantidades útiles de calor que realmente se aprovechan, el SCOP queda expresado mediante la siguiente ecuación:

$$SCOP_{inst} = \frac{Q_{ACS}(kWh) + Q_{FC}(kWh)}{E(kWh)} \quad (8)$$

En esta prueba el calor disipado en el fancoil es 23,71 kWh y no se suministra calor al ACS, por lo que el SCOP resulta ser 2,31.

Se observa una diferencia significativa, del 15%, entre ambos valores de eficiencia. Esta diferencia se debe a que el SCOP de la BdC considera el calor generado por la máquina, que incluye el calor aportado al depósito de calefacción, al depósito de ACS y las pérdidas térmicas de ambos tanques, mientras que el SCOP de la instalación tiene en cuenta el calor realmente aprovechado, esto es, el calor disipado en el fancoil y el aportado al agua caliente sanitaria. Esta distinción es fundamental para diferenciar entre la eficiencia teórica de la bomba y la eficiencia práctica de toda la instalación.

3.2.2 PÉRDIDA DE ENERGÍA TÉRMICA EN EL DEPÓSITO DE ACS

En este apartado se presenta un análisis del ensayo realizado para estudiar las pérdidas de energía térmica en el depósito de agua caliente sanitaria. El objetivo principal de esta prueba es evaluar la magnitud de las pérdidas de calor que se producen durante el almacenamiento del ACS, un aspecto que influye en la eficiencia energética de la instalación.

Para llevar a cabo este ensayo, fue necesario calentar previamente el depósito de agua caliente sanitaria hasta alcanzar una temperatura de 46 °C. Posteriormente, se permitió que el depósito se enfriara durante un período de dos días, momento en el cual se registró una temperatura de 33 °C.

3.2.2.1 PROCESADO DE DATOS

El primer paso será calcular la masa de agua que hay en el depósito, que se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$m(kg) = \rho \left(\frac{kg}{m^3} \right) * V (m^3) \quad (9)$$

El valor del volumen del depósito se obtiene de la ficha técnica, indicado en la Figura 57.

Indirectly Heated Closed Storage Tank acc. to EN 12897: 2016, model:		IDROGAS MAGNUS IMSL1D 200L - CC20221		EAM13 8 4 3 2 9 5 3 0 4 8 8 0 8	
1. Storage Volume of the tank	186 L	TIN	305470	Batch code 128	
2. Maximum pressure of the tank	0.8 MPa	Gross dimensions:		0.650 X 0.600 X 1.347 m	
3. Max. pressure of the heat exchangers	0.8 MPa	Net dimensions:		0.600 x 0.600 x 1.207 m	
4. Standing heat loss	1.4 kWh/24h	Gross weight:		82.800 KG	
5. Max. temperature of the tank	95 °C	Net weight:		77.300 KG	
6. Max. temperature of heat exchangers	110 °C	IDN 9737		CE	
7. Heat Exchanger Surface S1	2.1 m ²	SALVADOR ESCODA SA		CIF: A-08710006	
8. Heat Exchanger Surface S2	n.a. m ²	Napolis, 249 pl. 1		08013 Barcelona	
9. Volume of heat exchangers S1	12.5 L	* n.a. - not available for this model			
10. Volume of heat exchangers S2	n.a. L				
11. Heat exchanger performance S1	30.2/20.8 kW l/min				
12. Heat exchanger performance S2	n.a. kW l/min				
14. Mixed water quantity at 40°C	302.7 L				

Figura 57. Ficha técnica depósito ACS

El paso que sigue consiste en calcular el promedio de la temperatura inicial del depósito, así como el de la temperatura final del depósito, la media de temperatura ambiente y la media de la temperatura del depósito durante el ensayo.

Para calcular la energía inicial y final en kWh debemos seguir las siguientes ecuaciones:

$$E_i = \frac{m \cdot C_p \cdot (T_{inicial} - T_{amb})}{3600} \quad (10)$$

$$E_f = \frac{m \cdot C_p \cdot (T_{final} - T_{amb})}{3600} \quad (11)$$

Seguidamente, se obtiene la energía que se ha perdido a través de las paredes del depósito, restando la energía final menos la energía inicial.

$$E_{pérdidas} = E_f - E_i \quad (12)$$

Para conseguir el calor que se ha perdido a través de las paredes del depósito, se dividirá la energía de pérdidas por la duración en horas del ensayo:

$$Q(W) = \frac{E_{pérdidas}(kWh)}{t(h)} * 1000 \quad (13)$$

El último paso es calcular el coeficiente total de transferencia de calor ($U \cdot A$) a partir de la ecuación:

$$Q(W) = U * A * \Delta T \quad (14)$$

Siendo:

$$\Delta T = T_{amb} - T_{depósito} \quad (15)$$

3.2.2.2 RESULTADOS

La Tabla 5 muestra un resumen de los datos necesarios para llevar a cabo el procesado de datos.

Tabla 5. Datos ensayo pérdidas depósito ACS, ensayo 2

Volumen depósito	186	L
Densidad agua	998	kg/m ³
Masa agua depósito	185,63	kg
Cp	4,18	kJ/(kg °C)
T_{prom} inicial	45,83	°C
T_{prom} final	33,58	°C
T_{amb} prom	18,89	°C
T_{prom} depósito	39,08	°C

Por otro lado, en la Tabla 6 se observan los valores de todas las ecuaciones descritas anteriormente:

Tabla 6. Resultados ensayo pérdidas depósito ACS, ensayo 2

Energía inicial	5,81	kWh
Energía final	3,17	kWh
Pérdida de energía	2,64	kWh
Tiempo de ensayo	44,87	h
Q_{pérdidas}	58,82	W
U*A	2,91	W/°C

En conclusión, el análisis de las pérdidas de energía térmica del depósito de agua caliente sanitaria ha revelado valores significativos de la constante U*A, que indican la eficiencia del aislamiento térmico del depósito.

3.3 ENSAYOS DE CONSUMO

En este capítulo se analizan los resultados de tres ensayos distintos en los que existe consumo de calefacción y de ACS, cada uno simulado bajo condiciones climáticas diferentes. Para estas simulaciones, se ha seguido la norma UNE 16147, que establece las temperaturas de referencia de 2°C, 7°C y 14°C para representar las condiciones de climas fríos, medios y cálidos, respectivamente.

En la Tabla 7 se presenta un resumen detallado de las condiciones bajo las cuales se llevaron a cabo los ensayos.

Tabla 7. Condiciones ensayos

ENSAYO		3	4	5.1	5.2
CONSIGNA	CLIMA	Cálido	Templado	Frío	Frío
	T _{CC2} (°C)	14	7	2	2
	T _{Calef.} (°C)	45	45	45	55
	T _{ACS} (°C)	45	45	45	55
	T _{red} (°C)	14	9	6,5	6,5
	Horas FC	4	6,50	8	8
	Velocidad FC	Baja	Media	Alta	Alta

3.3.1 PROCESADO DE DATOS

Para procesar los datos obtenidos gracias al software BenchVue se utilizará la herramienta Excel, que permite crear y manipular tablas de datos, gráficos, bases de datos, etc. A modo de ejemplo, en el Anexo 5.3 se mostrará los datos en bruto recopilados durante un ensayo.

Se emplearán diferentes ecuaciones para alcanzar los valores necesarios para el cálculo del SCOP.

El primer paso es determinar el flujo másico de la bomba de calor, para lo que se necesita la densidad del agua y el flujo volumétrico que circula por la bomba de calor. También se obtendrá el flujo másico del fancoil, gracias al valor del flujo volumétrico que circula a través de él.

$$\dot{m} \left(\frac{kg}{s} \right) = p \left(\frac{kg}{m^3} \right) * \dot{V} \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad (16)$$

$$\dot{m}_{FC} \left(\frac{kg}{s} \right) = p \left(\frac{kg}{m^3} \right) * \dot{V} \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad (17)$$

Sin embargo, el sensor nos proporciona el valor del flujo volumétrico en L/min, por lo que debemos realizar una conversión para obtener el valor en las unidades correctas.

$$\dot{V} \left(\frac{m^3}{s} \right) = \dot{V} \left(\frac{L}{min} \right) * \frac{1m^3}{1000 L} * \frac{1min}{60 s} \quad (18)$$

El siguiente paso es calcular la potencia eléctrica consumida cada minuto por la bomba de calor en kW, gracias al voltaje, la intensidad y el factor de potencia (fdp=0,98).

$$\dot{P}_{elec} (kW) = V (V) * I (A) * \cos\theta * \frac{1kW}{1000 W} \quad (19)$$

Multiplicando el sumatorio de la potencia eléctrica por el tiempo se halla la energía consumida por la bomba de calor.

$$E (kWh) = \Sigma \dot{P}_{elec} (kW) * \text{tiempo (h)} \quad (20)$$

Seguidamente, se calcula el calor aportado en kW por la bomba de calor para cada instante de tiempo.

$$\dot{Q}_{Bdc} (kW) = \dot{m} \left(\frac{kg}{s} \right) * Cp \left(\frac{kJ}{kg * ^\circ C} \right) * \Delta T (^\circ C) \quad (21)$$

Al igual que con la energía consumida, la energía calorífica entregada al agua se obtiene multiplicando el sumatorio de la potencia calorífica por el tiempo.

$$Q_{BdC} (kWh) = \Sigma \dot{Q}_{BdC} (kW) * \text{tiempo (h)} \quad (22)$$

Dividiendo la energía calorífica aportada al agua por la energía consumida se halla el COP de la bomba de calor.

$$SCOP_{BdC} = \frac{Q_{BdC}(kWh)}{E (kWh)} \quad (23)$$

Sin embargo, la bomba de calor no está en funcionamiento todo el tiempo. Cuando no hay demanda de calefacción ni de ACS el aparato está apagado, pero cada 20 minutos se hace recircular agua para realizar una comprobación de la temperatura dentro del depósito. Esta recirculación provoca un aumento en la energía consumida, por lo que realmente el SCOP útil de la bomba de calor es:

$$SCOP_{util,BdC} = \frac{Q (kWh)}{E_{BdC,ON}(kWh)} \quad (24)$$

Para el cálculo del calor disipado por el fancoil se multiplicará el flujo másico del componente por el calor específico del agua y por la diferencia de temperaturas entre entrada y salida del aparato.

$$\dot{Q}_{FC} (kW) = \dot{m}_{FC} \left(\frac{kg}{s} \right) * Cp \left(\frac{kJ}{kg * ^\circ C} \right) * \Delta T (^\circ C) \quad (25)$$

No obstante, falta determinar el calor aportado al agua caliente sanitaria, que se obtendrá con la ecuación:

$$Q_{ACS} (kWh) = \dot{m}_{ACS} \left(\frac{kg}{s} \right) * Cp \left(\frac{kJ}{kg * ^\circ C} \right) * \Delta T (^\circ C) \quad (26)$$

El incremento de temperaturas es la diferencia entre la temperatura de impulsión de ACS y la temperatura de retorno de la enfriadora.

El flujo másico de ACS se obtiene, al igual que los flujos másicos mencionados anteriormente, a partir del flujo volumétrico y la densidad.

$$\dot{m}_{ACS} \left(\frac{kg}{s} \right) = \rho \left(\frac{kg}{m^3} \right) * \dot{V} \left(\frac{m^3}{s} \right) \quad (27)$$

Una vez obtenidos estos valores, se consigue el SCOP de la instalación:

$$SCOP_{inst} = \frac{Q_{ACS}(kWh) + Q_{FC}(kWh)}{E (kWh)} \quad (28)$$

En el Anexo 5.3 se pueden observar los datos ya procesados. Finalmente, se obtienen los valores resumidos en las Tablas 8 y 9:

Tabla 8. Procesado de datos ACS

ACS

	Hora inicio	Duración (min)	q (L/min)	Volumen (L)	Masa (kg)	T_imp_ACS	T_red	Q_ACS (kWh)
Consumo 1	6:30:00	5	4,41	22,05	22,00	38,51	7,90	0,78
Consumo 2	7:30:00	3	2,21	6,64	6,63	40,40	8,20	0,25
Consumo 3	10:00:00	4	2,23	8,90	8,88	40,10	8,52	0,33
Consumo 4	14:00:00	2	2,07	4,15	4,14	40,66	8,81	0,15
Consumo 5	17:30:00	3	1,92	5,77	5,75	40,06	9,14	0,21
Consumo 6	20:00:00	5	1,90	9,52	9,50	45,07	9,37	0,39
Consumo 7	20:30:00	4	4,24	16,97	16,94	45,00	8,59	0,72
								2,83

Tabla 9. Resultados ensayo

E_elec	16,54	kWh
Q_BC	46,51	kWh
COP_BC	2,81	
BC_ON	8,38	h
T_CC2_BC,ON	6,96	°C
Q_útil,FC	39,88	kWh
E_elec,BC,ON	14,99	kWh
COP_BC_ÚTIL	3,10	
Q_ACS	2,83	
COP_INST	2,58	

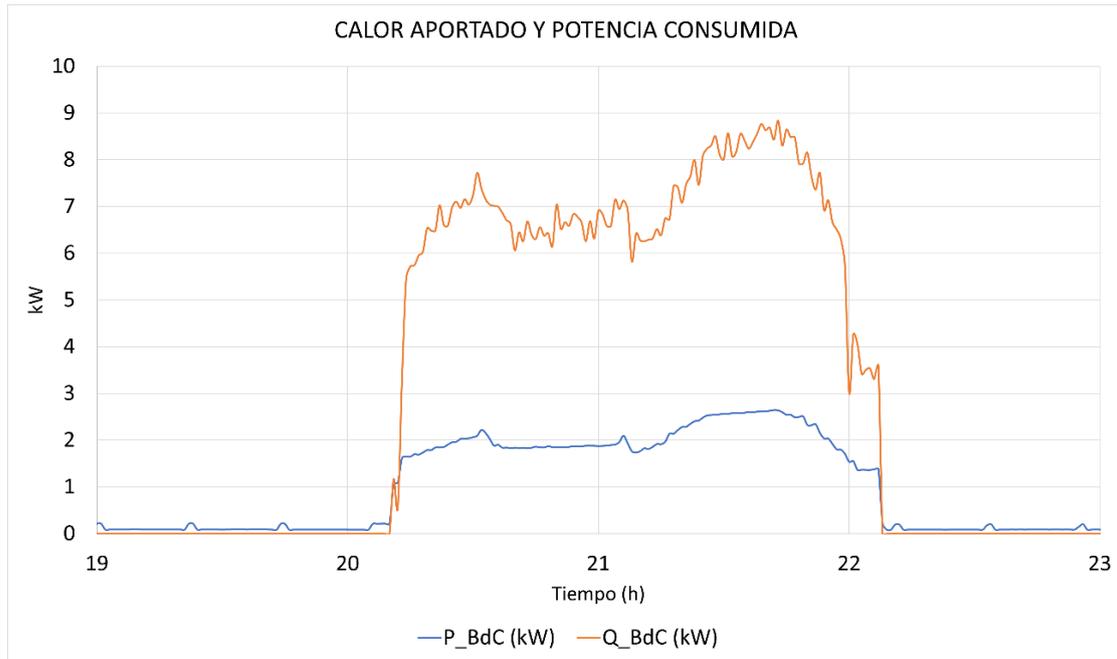
3.3.2 RESULTADOS ENSAYO 3, CLIMA CÁLIDO

En este ensayo de 24 horas, la temperatura de consigna es de 45°C, tanto para el depósito de calefacción, como para el de ACS. La temperatura de la cámara climática 2, que simula las condiciones ambientales, es de 14°C, al igual que la temperatura del agua de retorno de la enfriadora, que simula el agua de retorno de red. El fancoil opera durante un periodo de 4 horas a velocidad baja, ajustado tras realizar varios ensayos. Estos ajustes se han optimizado para garantizar que el equipo suministre el calor necesario para calentar una vivienda ubicada en un clima cálido.

También se debe tener en cuenta que, al estar activados los estados de energía, en algunas situaciones el depósito puede no alcanzar la temperatura deseada, mientras que, en otras, puede superarla. Los estados de energía hacen referencia a diferentes modos de operación que gestionan cómo se almacena y utiliza la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico. Al activar esta opción en el termostato, la bomba de calor puede ajustar su funcionamiento en función de las condiciones climáticas futuras y la disponibilidad de energía solar.

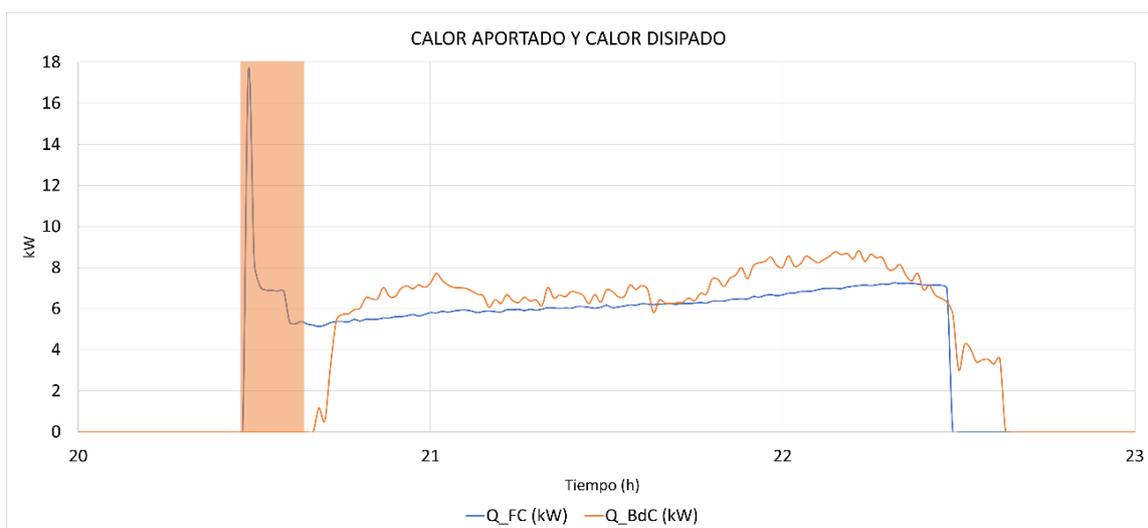
En la Gráfica 7 se contrasta el calor aportado por la bomba de calor con la potencia eléctrica consumida durante las últimas horas del ensayo.

La potencia eléctrica consumida por la máquina oscila entre 1 y 3 kW, incrementándose progresivamente con el tiempo. Este consumo creciente es debido a que, para aumentar la temperatura del agua, es necesario que tanto la presión como la temperatura de condensación del refrigerante suban. Con el incremento en la presión el compresor debe trabajar más, consumiendo mayor energía.



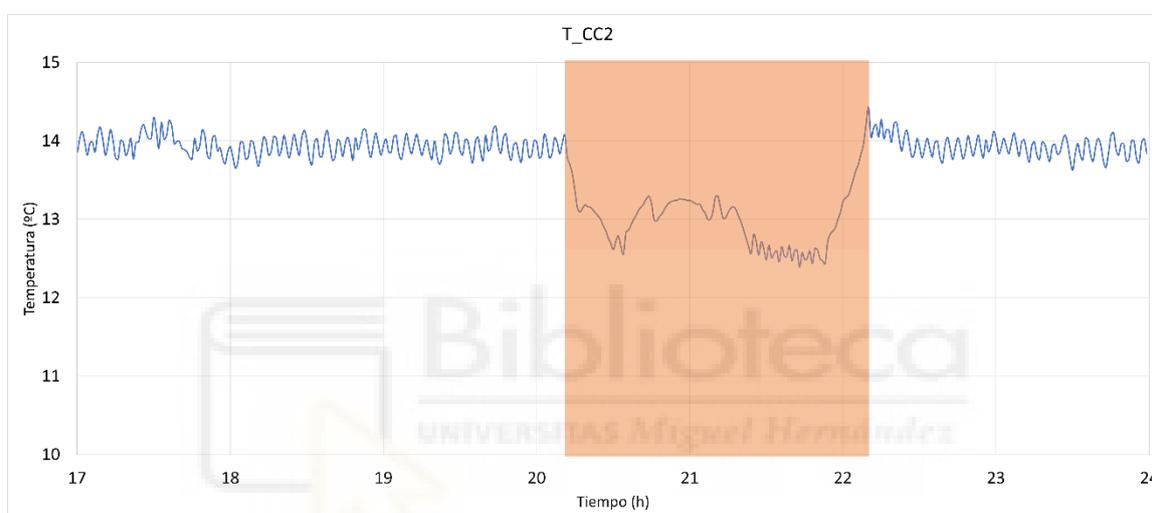
Gráfica 7. Calor aportado vs Potencia consumida

Al iniciar el funcionamiento del fancoil, se genera un aumento en el calor disipado por la máquina que, con el tiempo, se estabiliza de manera similar al calor aportado por la BdC. Este periodo de aumento, al tratarse de una fase transitoria, no puede considerarse dentro del análisis de la bomba. Esto se puede ver en la Gráfica 8.



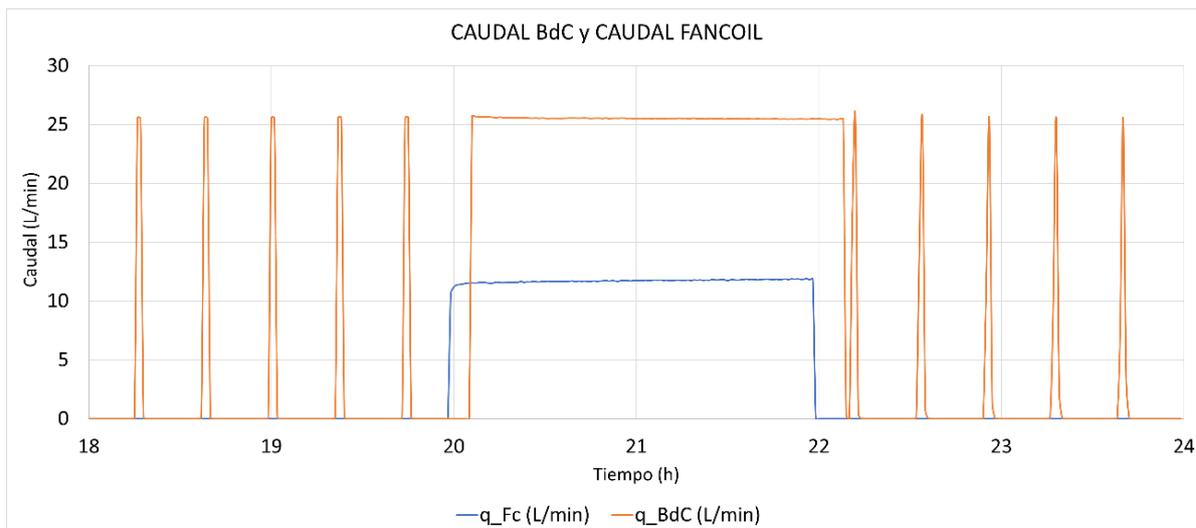
Gráfica 8. Calor aportado vs Calor disipado

Como se aprecia en la Gráfica 9, la temperatura de la cámara climática 2 se mantiene estable cuando la BdC no está funcionando, lo que se debe al control proporcionado por el aire acondicionado, que permite que la temperatura de la sala no aumente excesivamente. Asimismo, cuando la BdC comienza a operar, se observa que la temperatura sigue manteniéndose a niveles prácticamente constantes. El área de color rojo muestra el período de tiempo en el que la máquina está funcionando.



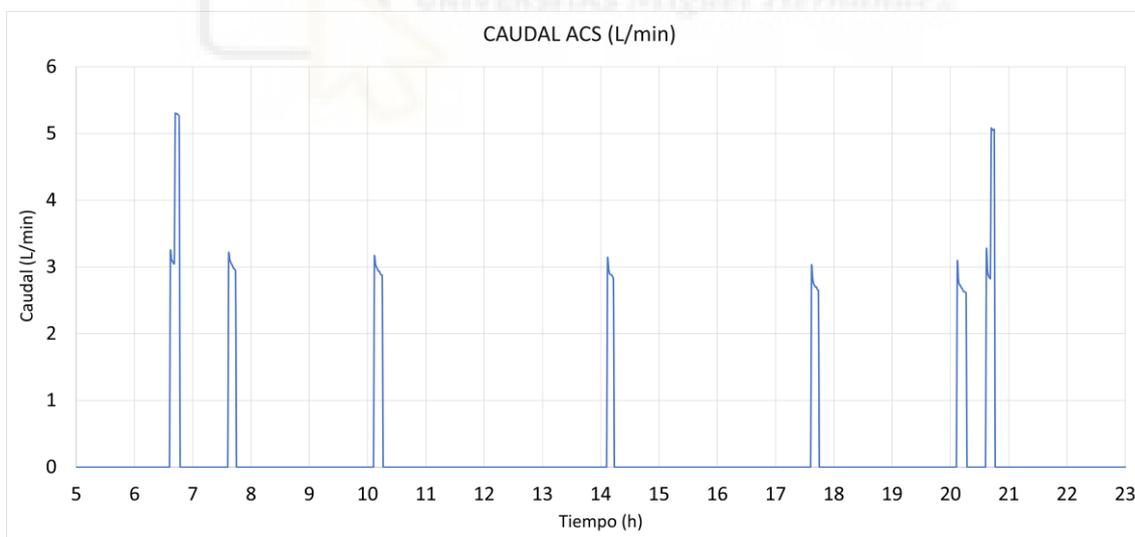
Gráfica 9. Temperatura cámara climática 2

De acuerdo con la gráfica 10, el caudal de la bomba de calor se mantiene estable alrededor de los 25 L/min, un parámetro que se ajusta mediante el termostato. Los picos observados en el caudal de la BdC corresponden a las arrancadas internas descritas anteriormente para verificar la temperatura del depósito. Por otro lado, el caudal de agua del fancoil se sitúa aproximadamente en 12 L/min. Estos valores permanecerán constantes en todos los ensayos.



Gráfica 10. Caudal bomba de calor vs Caudal fancoil

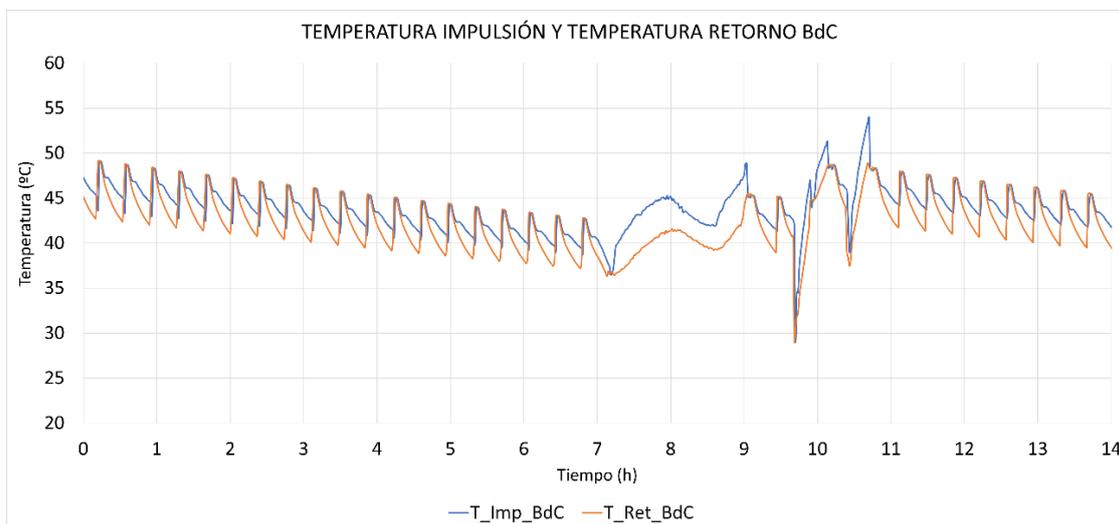
Por otro lado, en la Gráfica 11 se aprecia la curva de consumo de ACS que circula por el circuito secundario, es decir, el caudal de agua que simula el consumo de la vivienda. Este perfil de consumo se introduce en el Arduino, y está basado en estudios reales sobre el consumo de agua en viviendas.



Gráfica 11. Caudal circuito secundario ACS

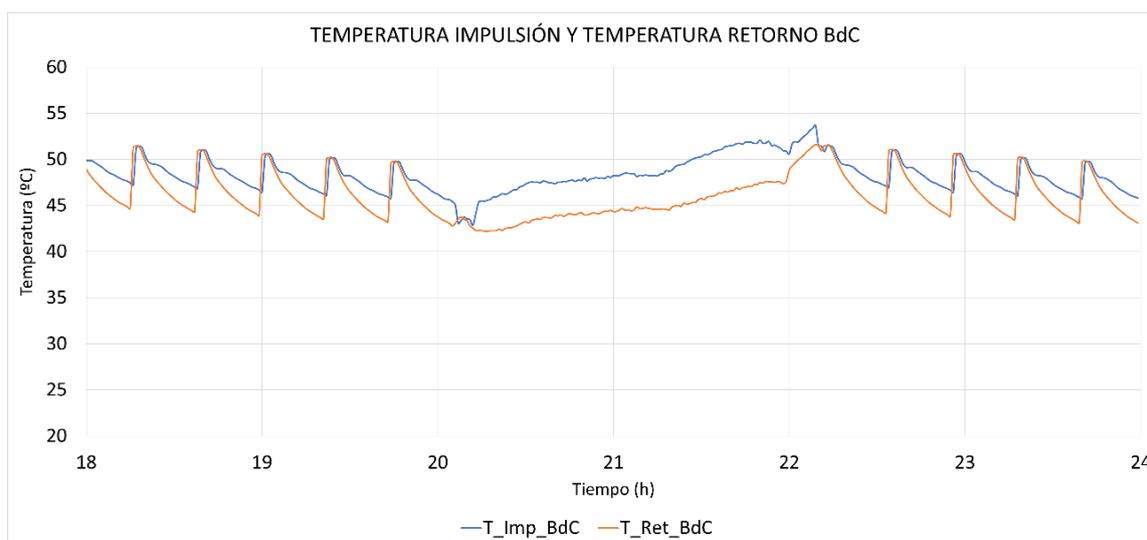
Si se comparan las temperaturas de impulsión y retorno de la bomba de calor, se observa una diferencia aproximada de 5°C entre ambas. Los picos registrados corresponden a las arrancadas internas del sistema para comprobación de la

temperatura. La bomba de calor comienza a operar cuando registra una temperatura de retorno menor a T_{consigna} - histéresis, y detiene su funcionamiento al llegar a $T_{\text{retorno}} = T_{\text{consigna}} + \text{histéresis}$. Este comportamiento se ilustra en la Gráfica 12.



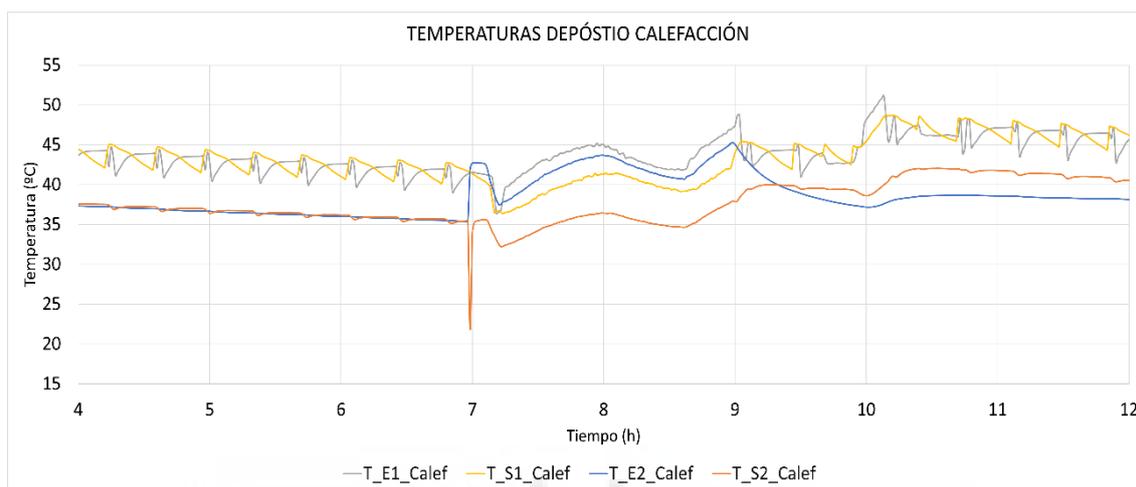
Gráfica 12. Temperatura impulsión BdC vs Temperatura retorno BdC

Por otro lado, en la Gráfica 13 se aprecia que los estados de energía están activos, dado que la temperatura de consigna en este ensayo eran 45°C, mientras que la temperatura de impulsión llega a 54°C a las 22:15 h.



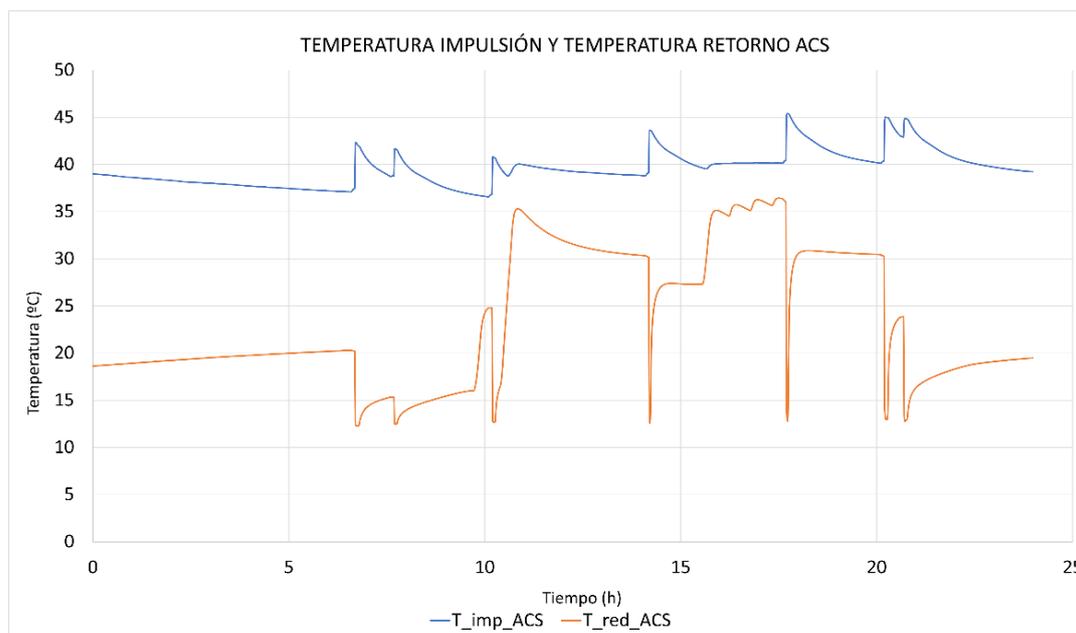
Gráfica 13. Temperatura impulsión BdC vs Temperatura retorno BdC

En relación con las temperaturas del depósito de calefacción, a causa de la estratificación del agua dentro del depósito, en la parte superior de este se encontrará el agua caliente mientras que en la parte inferior el agua estará más fría. Se observa en la Gráfica 14 que las temperaturas más calientes son las de entrada de ambos circuitos.



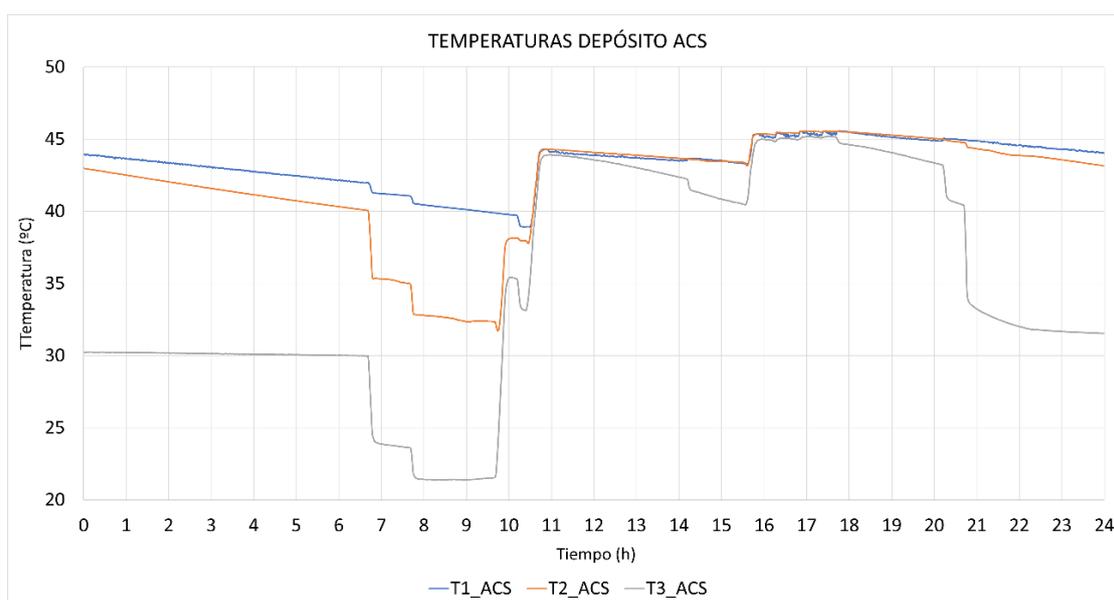
Gráfica 14. Temperaturas depósito calefacción

Al analizar las temperaturas de impulsión y retorno de agua caliente sanitaria, la Gráfica 15 muestra que la temperatura del agua de red se encuentra entorno a los 14°C durante los periodos de consumos de ACS. En esos momentos, la temperatura del agua que entra al depósito alcanza la temperatura de consigna establecida. Sin embargo, cuando no hay consumos, la temperatura del agua de red aumenta debido a la influencia de la temperatura ambiental. Además, se observa que, a mayor tiempo transcurrido entre consumos, mayor será el calentamiento del agua que proviene de la refrigeradora.



Gráfica 15. Temperaturas impulsión y retorno de ACS

Respecto a las temperaturas dentro del depósito de ACS, la estratificación provoca que el agua caliente se acumule en la parte superior, lo que explica la diferencia de temperaturas observadas en la Gráfica 16. La parte inferior del depósito es la que más tiempo requiere para calentarse y, a su vez, la que se enfriará más rápidamente. Esta tendencia se puede apreciar en los escalones representados en la gráfica.



Gráfica 16. Temperaturas depósito ACS

Como resultado final de este ensayo, se ha obtenido el valor de eficiencia de la bomba de calor. Es fundamental señalar que este valor representa únicamente la eficiencia de la bomba en sí, y no debe confundirse con la eficiencia de la instalación completa. En la Tabla 10 se puede observar claramente esta diferencia de valores.

Tabla 10. Resultados ensayo 3

E_elec	11,54	kWh
Q_BC	31,00	kWh
Q_útil,FC	24,09	kWh
Q_ACS	3,32	kWh
SCOP_BC	2,69	
SCOP_instalación	2,37	

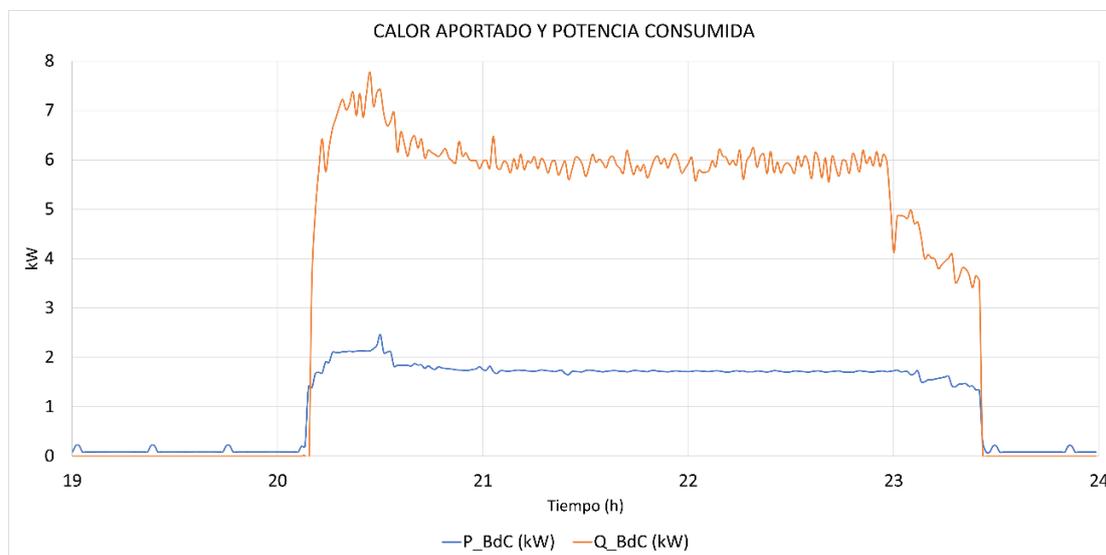
3.3.3 RESULTADO ENSAYO 4, CLIMA TEMPLADO

En este ensayo de 24 horas, la temperatura de consigna se ha fijado en 45°C tanto para el depósito de calefacción como para el de agua caliente sanitaria. La cámara climática 2 se ha mantenido a 7°C, mientras que el agua de retorno de la enfriadora presenta una temperatura de 9°C. El fancoil tiene un horario de funcionamiento de 6 horas y media, funcionando a velocidad media. Al igual que en el estudio anterior, los estados de energía están activos.

Una de las diferencias principales entre este ensayo y el ensayo 3 es la simulación de un clima más frío, lo que requiere más horas de funcionamiento del fancoil para simular el consumo en la vivienda. Este aumento en el tiempo de operación del fancoil provoca que la bomba de calor también funcione durante más tiempo, por lo que se incrementa la energía consumida y el calor aportado por la máquina.

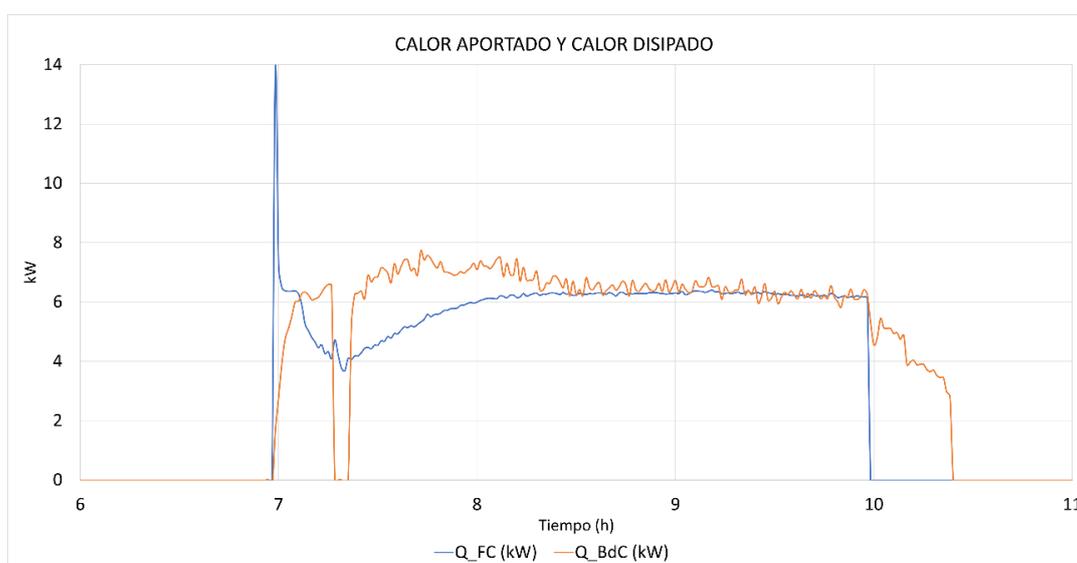
En la Gráfica 17 se presenta una comparación entre el calor aportado y la potencia consumida por la máquina. En este caso, el calor aportado varía entre 6 y 8 kW. Aunque estos valores no superen los registrados en el ensayo 3, el

consumo energético es más elevado dado que la máquina funciona un periodo de tiempo más prolongado.



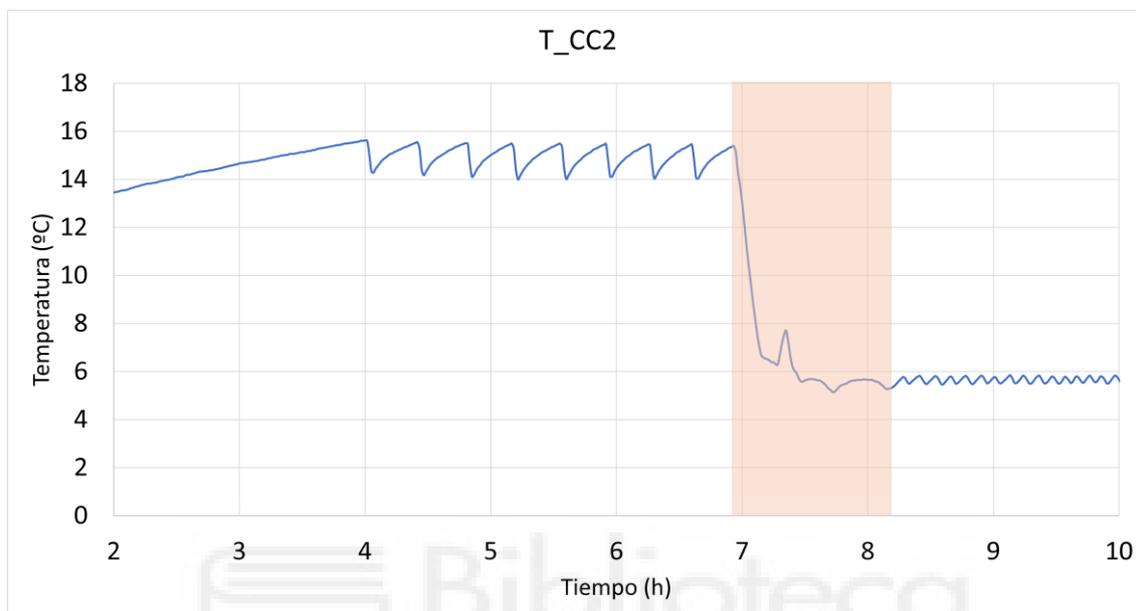
Gráfica 17. Calor aportado vs Potencia consumida

Este comportamiento también se refleja en la Gráfica 18, que representa el calor aportado por la BdC y el calor disipado por el fancoil. A pesar de que las cifras de calor aportado y disipado son inferiores en comparación al ensayo 3, el tiempo adicional de operación de la bomba de calor compensa esta diferencia, incrementando el consumo global del ensayo.



Gráfica 18. Calor aportado y Calor disipado

Otra diferencia a tener en cuenta respecto al ensayo anterior es que, al disminuir la temperatura de consigna de la cámara climática 2, se requiere más tiempo para alcanzar esta temperatura, lo prolonga periodo transitorio. Este comportamiento se observa en la Gráfica 19.



Gráfica 19. Temperatura cámara climática 2

La Tabla 11 resume los resultados obtenidos en el ensayo 4, destacándose el incremento en la energía consumida y en el calor generado por la bomba de calor y el disipado por el fancoil. Cabe destacar que los valores de SCOP, tanto de la Bdc como de la instalación, son superiores a los del ensayo 3. En principio, se podría suponer que el SCOP debería ser menor, dado que, al bajar la temperatura ambiente, la máquina debe trabajar más para elevar la temperatura del fluido, lo que reduciría su eficiencia. Sin embargo, los valores obtenidos no se ajustan a esta tendencia.

Tabla 11. Resultados ensayo 4

E_elec	16,54	kWh
Q_BC	46,51	kWh
Q_útil,FC	39,88	kWh
Q_ACS	2,83	kWh
SCOP_BC	2,81	
SCOP_instalación	2,58	

3.3.4 RESULTADO ENSAYO 5, CLIMA FRÍO

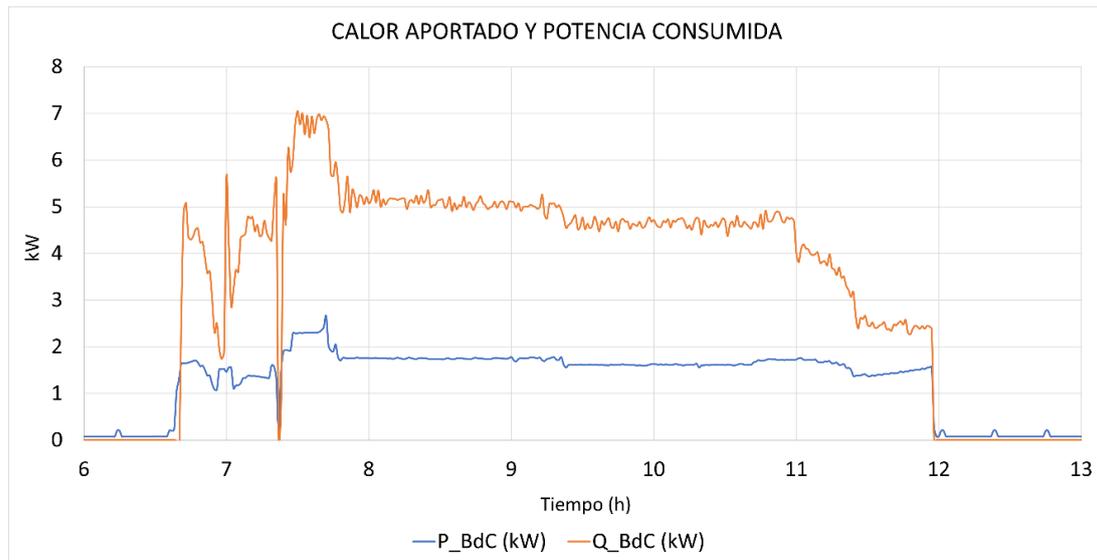
Este ensayo se divide en 2 pruebas. Aunque todos los parámetros se mantienen constantes, en una de las pruebas la temperatura de consigna es 45°C y en la otra es de 55°C. Los parámetros invariables son los siguientes: la duración de cada ensayo es de 24 horas, la temperatura de consigna de la cámara climática 2 es de 2°C, mientras que el agua de retorno de la enfriadora presenta una temperatura de 6,5°C. El fancoil opera durante 8 horas a velocidad alta.

Se experimenta con diferentes temperaturas de consigna porque los 45°C son utilizados para el funcionamiento con fancoil, mientras que los 55°C son más adecuados para radiadores. Aunque no se cuenta con radiadores en esta instalación, se busca observar como responde la bomba de calor ante esta situación.

3.3.4.1 TEMPERATURA DE CONSIGNA 45°C

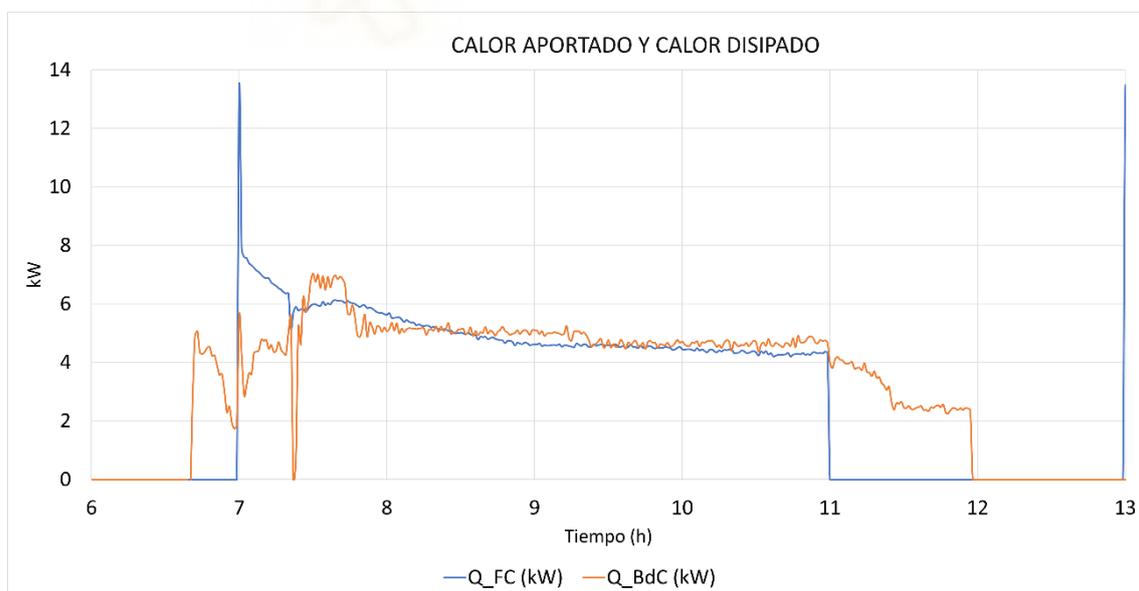
Como resultado de la disminución de la temperatura en la cámara climática 2, simulando condiciones ambientales de una zona fría, la bomba de calor ha necesitado operar durante períodos más prolongados para satisfacer la demanda del fancoil y de ACS, lo que ha llevado a un incremento en el consumo energético y en el calor aportado por la máquina.

La Gráfica 20 presenta una comparación entre el calor generado y la energía consumida en este ensayo. El calor aportado se mantiene entorno a los 5 kW, un valor que se aproxima a las especificaciones proporcionadas por el fabricante.



Gráfica 20. Calor aportado vs Potencia consumida

La Gráfica 21 muestra que, en este ensayo, el calor disipado por el fancoil disminuye hasta acercarse a los 4kW. Esto se produce porque el calor disipado tiende a igualarse con el calor aportado por la BdC, ya que el fancoil no puede disipar más energía de la que recibe de la máquina.



Gráfica 21. Calor aportado vs Calor disipado

La Tabla 12 proporciona un resumen de los resultados adquiridos en el procesamiento de datos de la prueba. Como se mencionó anteriormente, tanto la potencia eléctrica como el calor aportado por la BdC, así como el calor disipado por el fancoil, aumentan debido al mayor tiempo de operación de la máquina. Cabe destacar que, al tratarse de una simulación en clima frío, la bomba de calor debe trabajar más intensamente para aportar al fluido el calor necesario. Finalmente, el SCOP de la BdC es 2,34 y el de la instalación es de 2,18, unos valores inferiores a los registrados anteriormente en otros ensayos.

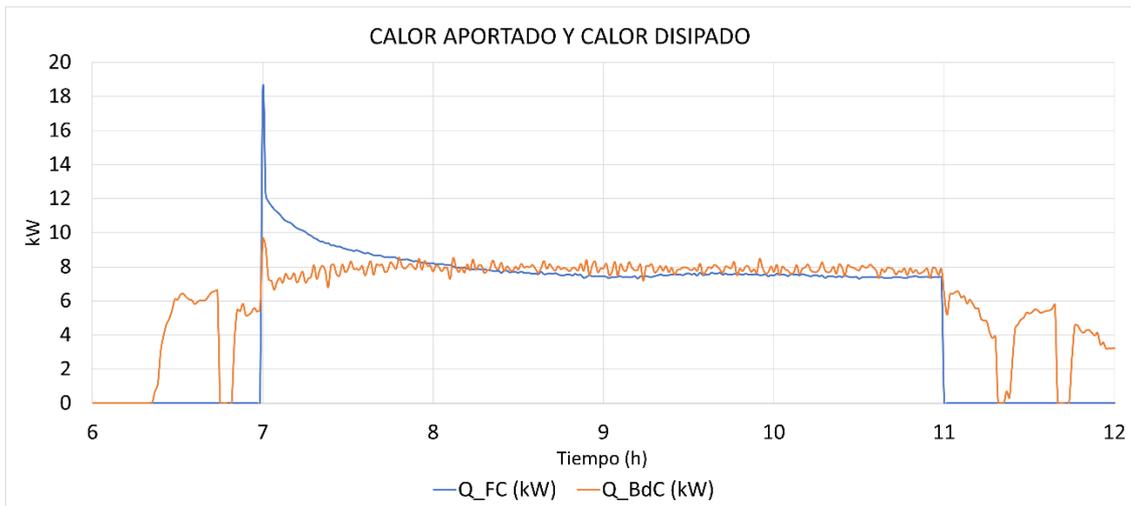
Tabla 12. Resultados ensayo 5, Tconsigna=45°C

E_elec	21,89	kWh
Q_BC	51,20	kWh
Q_útil,FC	45,50	kWh
Q_ACS	2,21	kWh
COP_BC	2,34	
SCOP_instalación	2,18	

3.3.4.2 TEMPERATURA DE CONSIGNA 55°C

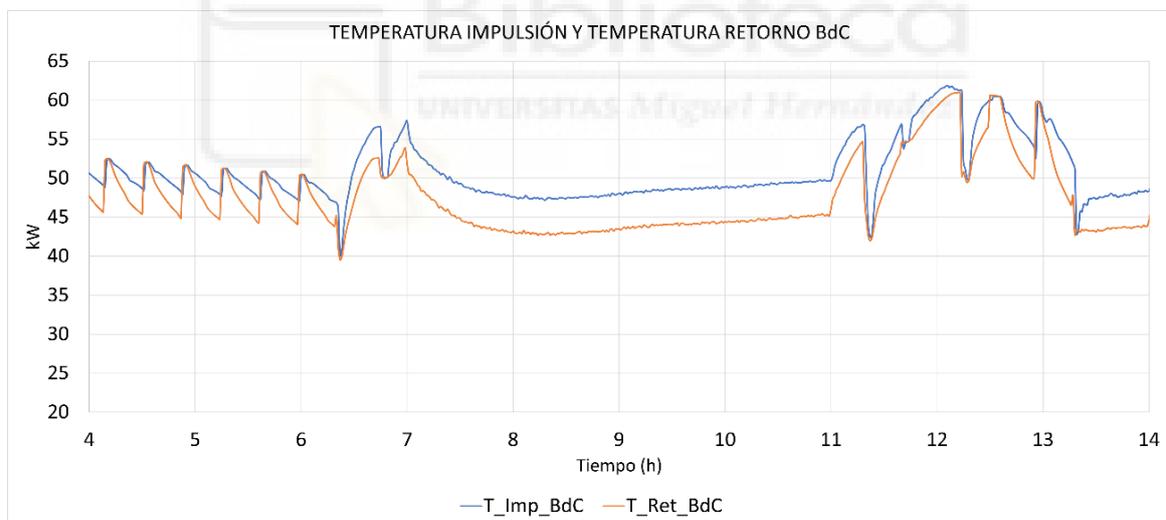
El motivo de realizar un ensayo con una temperatura de consigna de 55°C es que, en sistemas de calefacción con radiadores, es necesario alcanzar esta temperatura en los depósitos. Aunque en la investigación no se disponga de estos radiadores, es interesante ver como funciona la bomba de calor ante este aumento en la temperatura.

En la Gráfica 22 se compara el calor aportado por la bomba de calor y el calor disipado por el fancoil.



Gráfica 22. Calor aportado vs Calor disipado

Se distingue en la Gráfica 23 que la temperatura de impulsión llegó hasta los 60°C y que hay una diferencia de 5°C entre la impulsión y el retorno.



Gráfica 23. Temperatura impulsión BdC vs Temperatura retorno BdC

En este ensayo, los valores de potencia eléctrica consumida, calor aportado por la bomba, calor disipado en el fancoil y calor aportado al agua aumenta de manera significativa con respecto a los ensayos anteriores. Sin embargo, la eficiencia de la bomba de calor y de la instalación. Los valores mencionados se observar en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados ensayo 5, Tconsigna=55°C

E_elec	31,11	kWh
Q_BC	73,52	kWh
Q_útil,FC	64,29	kWh
Q_ACS	4,03	kWh
SCOP_BC	2,36	
SCOP_instslación	2,20	

La Tabla 14 ofrece un resumen de los datos obtenidos en los ensayos descritos, detallando la producción en kWh de la instalación fotovoltaica, lo que permite estimar el ahorro energético. Dado que se trata de una instalación sin inyección a red, la energía producida se destina al consumo de la bomba de calor, a las cargas resistivas que abastecen otros consumos de la vivienda y a la batería de almacenamiento, como se puede ver en la Figura 58. Se observa que el aporte energético de la instalación fotovoltaica contribuye a reducir el consumo.

Tabla 14. Resumen de ensayos

ENSAYO		3	4	5.1	5.2
CONSIGNA	CLIMA	Cálido	Templado	Frío	Frío
	T_CC2 (°C)	14	7	2	2
	T_Calef. (°C)	45	45	45	55
	T_ACS (°C)	45	45	45	55
	T_red (°C)	14	9	6,5	6,5
	Horas FC	4	6,50	8	8
	Velocidad FC	Baja	Media	Alta	Alta
PROCESADO DE DATOS (Temperaturas promedio)	T_CC2 (°C)	13,55	6,96	2,94	3,01
	T_Calef. (°C)	48,05	43,16	49,22	53,71
	T_ACS (°C)	43,32	41,40	43,26	50,63
	T_red (°C)	12,83	8,65	7,94	6,59
	BdC_ON (h)	5,37	8,38	10,53	11,33
	Q_BdC (kWh)	31,00	46,51	51,20	73,52
	Q_FC (kWh)	24,09	39,88	45,50	64,29
	Q_ACS(kWh)	3,32	2,83	2,21	4,03
	Q_perdidas (kWh)	3,59	3,80	3,49	5,20
	E_BdC (kWh)	11,54	16,54	21,89	31,11
	COP instalacion	2,37	2,58	2,18	2,20
	COP BdC	2,69	2,81	2,34	2,36
	Producción FV (kWh)	22,49	9,59	25,74	23,56
	Ahorro consumo (%)	100	57,98	100	75,73

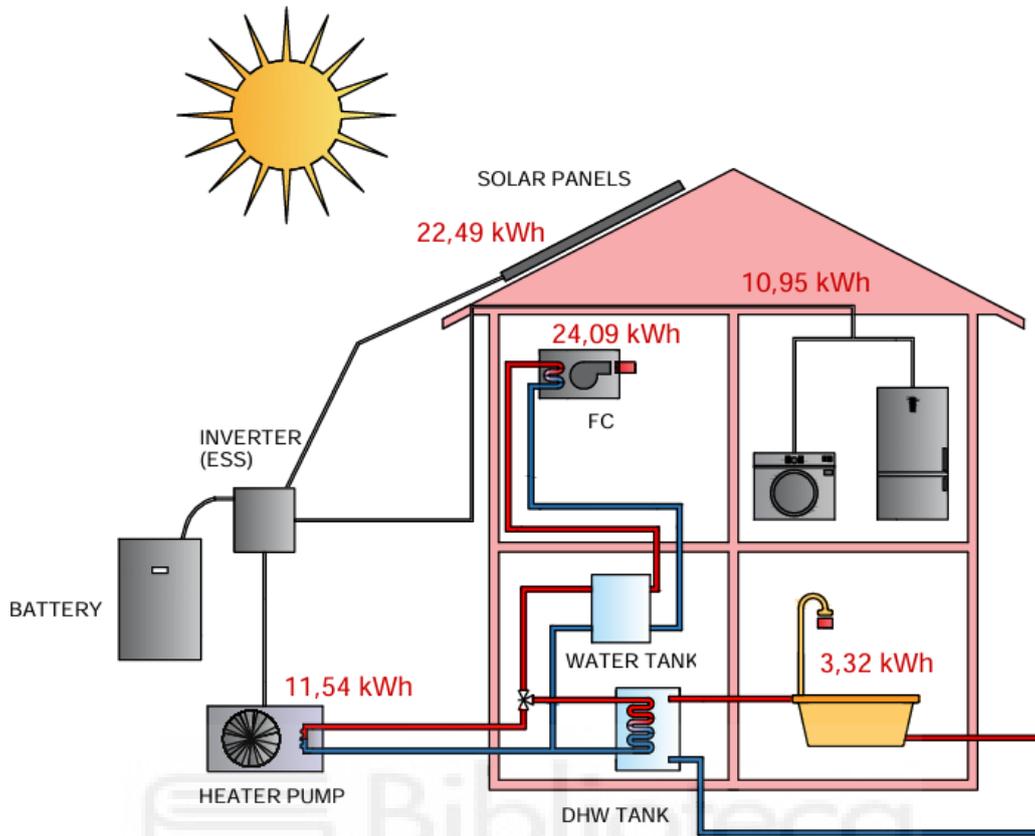


Figura 58. Distribución energía fotovoltaica

4. CONCLUSIONES

En el presente proyecto de investigación se ha llevado a cabo el estudio de la eficacia de una bomba de calor con producción de agua caliente sanitaria y calefacción con apoyo fotovoltaico.

Se han ejecutado una serie de ensayos que han ayudado a comprender el funcionamiento de la bomba de calor. A partir de esta información se han obtenido una serie de conclusiones:

- Se han ejecutado 2 tipos de ensayos distintos: ensayos preliminares y ensayos de consumo.
- En los ensayos preliminares se proporcionó únicamente calefacción para estudiar el funcionamiento de la máquina. Esto permitió analizar las pérdidas térmicas del depósito de ACS, así como el mantenimiento de una temperatura estable de la sala climática 2 y el funcionamiento interno de la máquina en relación con la comprobación de la temperatura.
- En los ensayos de consumo se proporcionaba calefacción y ACS, simulando el consumo de una vivienda convencional. Además, se han variado las condiciones ambientales para poder analizar el comportamiento de la BdC en diferentes situaciones geográficas.
- Después de evaluar la eficiencia en cada uno de los ensayos, se ha observado que el valor del SCOP alcanza su máximo en condiciones de clima templado. Esto indica que el sistema es más eficiente en entornos donde las temperaturas no varían de forma extrema.

Para concluir, la vía de investigación realizada en el laboratorio de máquinas y motores térmicos del edificio Altet, tiene unos resultados aceptables.

Cabe recordar que en el presente trabajo no se han abordado todos los temas que se querían por falta de tiempo. Los compañeros venideros podrán continuar el proyecto realizando ensayos de refrigeración y desarrollar un estudio más profundo sobre el apoyo fotovoltaico y el funcionamiento de los estados de energía.

5. BIBLIOGRAFIA

- [1] <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645>
- [2] https://www.larazon.es/economia/record-energia-renovable-2023-supera-primer-vez-50-generacion-anual_2024032165fc344117c56e0001c66985.html
- [3] https://www.sistemaelectrico-ree.es/sites/default/files/2024-03/Informe_Renovables_2023.pdf
- [4] [2 Mercado de la calefaccion FEGECA fenercom-2020.pdf](#)
- [5] https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/Guias_IDAE_La_Bomba_de_calor_2023_V11.pdf
- [6] <https://www.caloryfrio.com/calefaccion/bomba-de-calor/bombas-de-calor-tipos-aplicaciones.html>
- [7] <https://es.greenpowerstar.com/info-detail/split-and-monobloc-heat-pumps-what-is-the-difference>
- [8] <https://www.inesem.es/revistadigital/gestion-integrada/rendimiento-energetico-climatizacion-eer-seer-cop-y-scop/>
- [9] https://www.quimica.es/enciclopedia/Efecto_fotoel%C3%A9ctrico.html
- [10] [https://www.sunhero.com/blog/que-es-un-inversor-solar-y-que-funcion-cumple-en-el-utoconsumo/#:~:text=Un%20inversor%20solar%20se%20encarga,y%20la%20continua%20\(DC\).](https://www.sunhero.com/blog/que-es-un-inversor-solar-y-que-funcion-cumple-en-el-utoconsumo/#:~:text=Un%20inversor%20solar%20se%20encarga,y%20la%20continua%20(DC).)

[11] <https://shop.gremisat.com/acumuladores/33873/interacumulador-0200l-idrogas-serie-magnus-ims1-1d-suelo-acero-vitrificado-especial-aerotermita/>

[12] [Interacumulador vitrificado de pie con 1 serpentín ACS IDROGAS CV 300 M1P \(airefrio.com\)](#)

[13] Manual de Instalación THERMA V HM051MR U44 – LG

[14] http://www.mundoclima.com/wp-content/uploads/2018/06/tec-CL04620-624_MUCM-W7.pdf

[15] <https://product-selection.grundfos.com/es/products/alpha/alpha3/alpha3-32-80-180-99371965?pumpsystemid=2399258291&tab=variant-specifications>

[16] <https://product-election.grundfos.com/es/products/magna/magna1/magna1-25-80-97924144?pumpsystemid=2399259168&tab=variant-specifications>

[17] <https://www.sauteriberica.com/producto/valve-actuator/>

[18] <https://www.phoenixcontact.com/es-es/productos/convertidores-de-corriente-macx-mcr-sl-cac-12-i-up-2810638>

[19] [S8VK-G06024 | Fuente de alimentación de carril DIN Omron S8VK-G, 1 salida 24V dc 2.5A 60W | RS \(rs-online.com\)](#)

[20] [Sistema de adquisición de datos Keysight Technologies DAQ970A de 120 canales | RS \(rs-online.com\)](#)

[21] <https://orbis.es/productos/programacion-horaria/interruptores-horarios-digitales/modulares-interruptores-horarios-digitales/data-micro/>

[22] [A700000008839314.pdf \(rs-online.com\)](#) Ficha técnica

[23] [A700000007389435.pdf \(rs-online.com\)](#) Ficha técnica

[24] [0900766b810f9e37.pdf \(rs-online.com\)](#) Ficha técnica

[25] <https://docs.rs-online.com/c59a/A700000007877932.pdf> Ficha técnica

[26] <https://docs.rs-online.com/2ece/A700000008880455.pdf> ficha tecnica

[27] <https://www.lq.com/es/business/ess-homeseries/>

[28] <https://docs.arduino.cc/hardware/mega-2560/>

6. ANEXOS

PROTOCOLO DE ENSAYO

A continuación, se detallará el procedimiento necesario para llevar a cabo los ensayos en la instalación descrita.

ENSAYO DE CONSUMO

1- Protecciones: Para suministrar energía eléctrica a la instalación, se deberá subir el interruptor diferencial y el interruptor magnetotérmico del cuadro eléctrico general situado en la pared junto a la cámara climática 2.



Figura 59. Cuadro eléctrico

2- Condiciones ambientales de ensayo: Conectar eléctricamente los aparatos de calefacción de la cámara climática 2 y asignar una temperatura de consigna a cada PID.

Estos aparatos de calefacción son 4 calefactores, cada uno de ellos controlado mediante un PID. Cada estufa se arrancará cuando la temperatura de la cámara

climática 2 baje de la temperatura de consigna asignada a cada PID. La temperatura de consigna se establecerá dependiendo de las condiciones ambientales deseadas para cada ensayo.

Si fuera necesario podría enchufarse el aire acondicionado que se encuentra dentro de la cámara. Esto se realiza para que la curva de temperatura de la sala sea más estable.

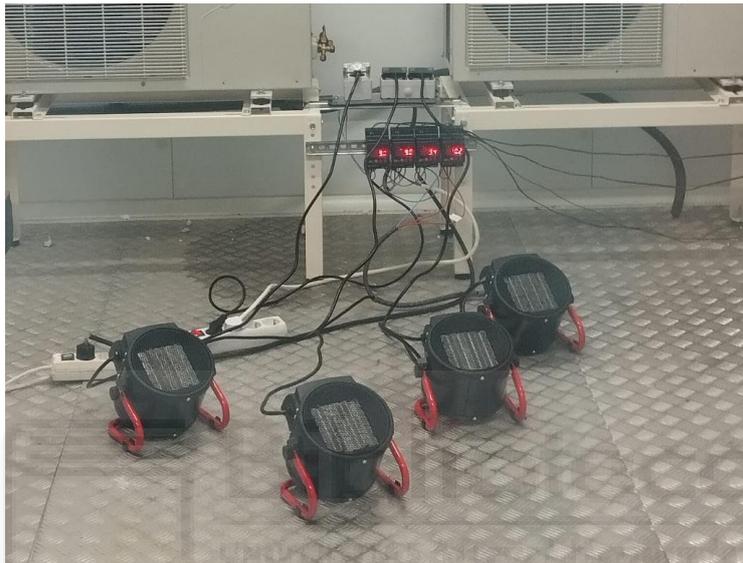


Figura 60. PID y calefactores industriales



Figura 61. Aire acondicionado

2.1 CONFIGURACIÓN PID

Para fijar la temperatura de consigna en el controlador PID, se debe presionar el botón "Set", que activará el modo de ajuste del valor de referencia. Una vez en este modo, se utilizarán los botones de flecha para incrementar o disminuir la temperatura hasta alcanzar el valor deseado. Además, en el menú de configuración es posible especificar la cantidad de decimales que se mostrarán en la pantalla, lo cual es útil para obtener una mayor precisión en el ajuste. También se puede configurar la histéresis del sistema, un parámetro que determina la amplitud de la variación permitida antes de que el controlador realice un ajuste, evitando así cambios de estado demasiado frecuentes y garantizando un control más estable y eficiente de la temperatura en la cámara climática.



Figura 62. PID

3- Alimentación cuadro: Dentro de la cámara climática 1, se procederá al panel eléctrico ubicado en la pared de perfiles, sobre el depósito de 200 L. Se activará el interruptor magnetotérmico para suministrar energía a la instalación.

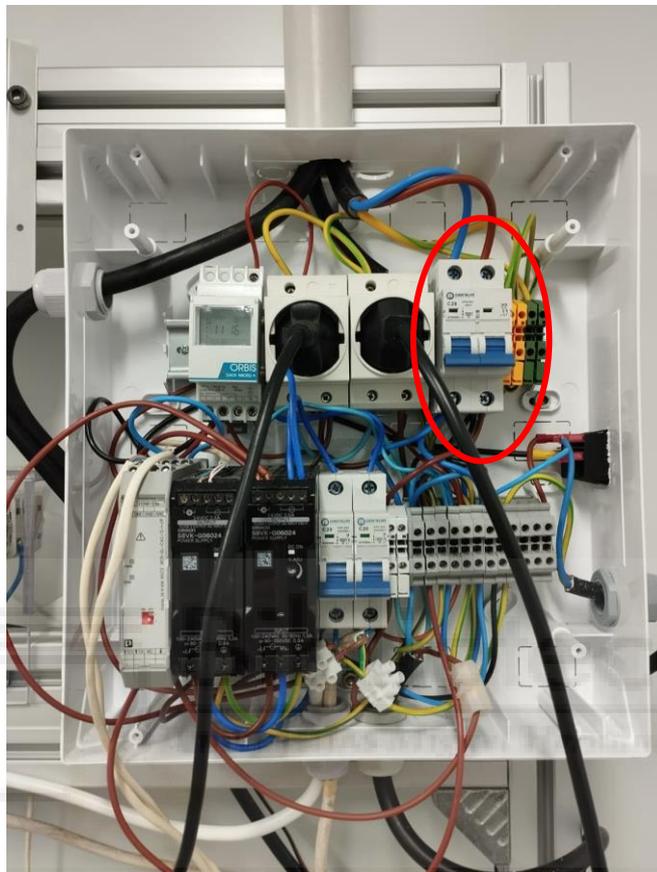


Figura 63. Cuadro eléctrico cámara climática 1

4- Presión circuito: Verificar la presión a través del manómetro instalado en el depósito de 200 L, asegurándose de que alcance los 1,5 bar requeridos. En caso contrario, será necesario purgar el circuito de agua. Este proceso implica abrir la válvula de paso de agua ubicada en el exterior de la cámara climática 1, seguida de la apertura gradual y cuidadosa de la válvula situada en la manguera blanca junto al depósito de inercia hasta alcanzar la presión deseada.

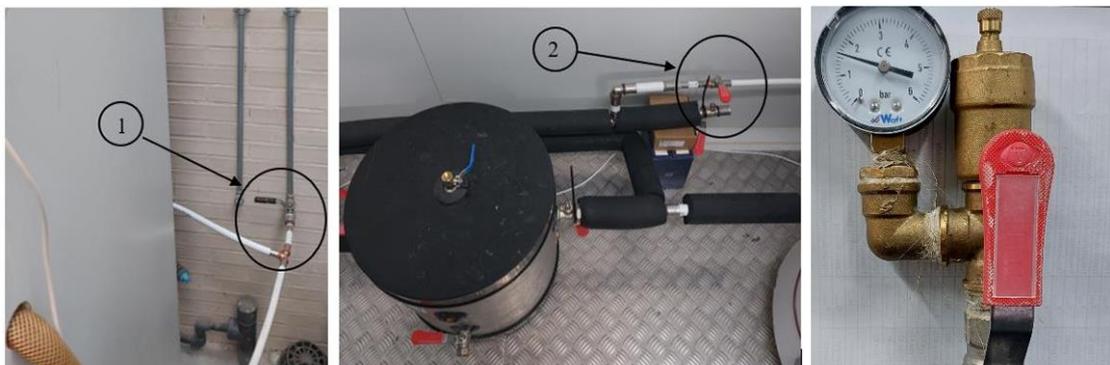


Figura 64. Llaves de agua y presión de agua

5- Interruptor horario: Programar el interruptor horario Data Orbis + para indicar en que franjas horarias funcionará el fancoil y la bomba hidráulica.

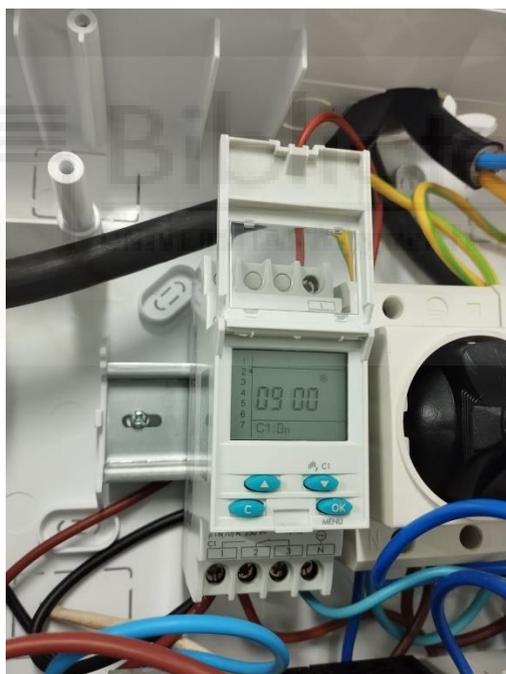


Figura 65. Interruptor horario Data Orbis +

5.1 CONFIGURACIÓN DATA ORBIS +

Para configurar el reloj programador Data Orbis+, se debe especificar la hora y la fecha del reloj. Para ello, se accede al modo de configuración presionando y manteniendo durante 3 segundos los 4 botones del reloj simultáneamente.

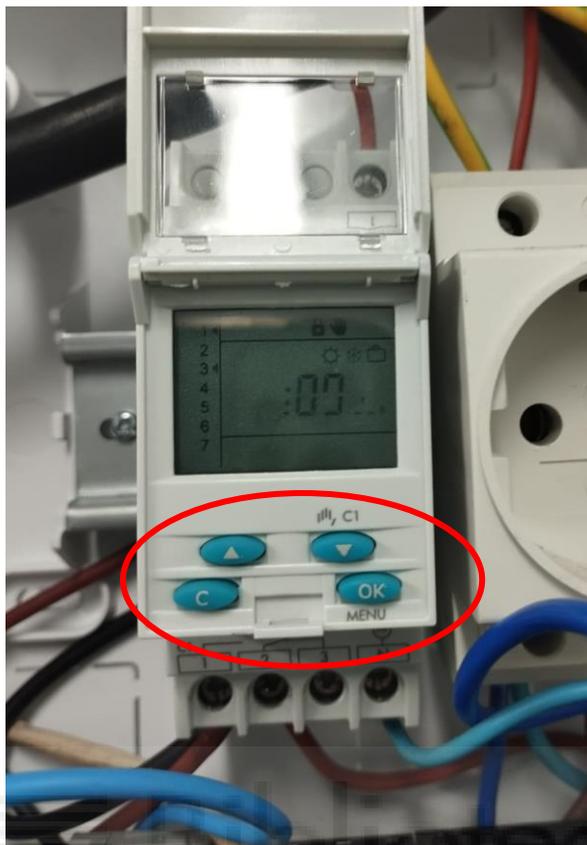


Figura 66. Configuración Data Orbis +

A continuación, se utilizan los botones de ajuste, que están marcados con flechas, para ajustar el año, mes, día de la semana y hora actual.

Una vez configurada la hora y la fecha, se procede al modo de programación. Se presiona el botón de "Ok" dos veces para acceder a este modo y en la pantalla aparecerá - - : - -. Para programar una nueva maniobra pulsamos nuevamente el botón de "Ok". Se establece el horario de encendido ajustando la hora, los minutos y los días de la semana en que se desea que el dispositivo se encienda. Luego, se ajusta la hora, los minutos y los días para el apagado del dispositivo. Como el reloj permite configurar múltiples programas, se repite este proceso para cada horario adicional que se necesite.

Después de ingresar todos los horarios, se confirma y guarda la configuración presionando el botón "Ok".

6- Sistema de adquisición de datos: Activar el sistema de adquisición de datos Keysight DAQ970A ubicado en la balda.

7- Software: Apertura y configuración del programa BenchVue.

Para este proyecto, se utilizará el software BenchVue de Keysight. Entre sus funcionalidades, esta aplicación permitirá al usuario configurar los controles y mediciones provenientes de los sensores, visualizar las mediciones en tiempo real, y facilitará el registro y la exportación de datos e imágenes, entre otras opciones.

7.1 CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE

El primer paso al abrir la aplicación será conectar la tarjeta de adquisición de datos. Para ello, se debe hacer doble clic en el botón "Add", que se encuentra en la parte superior derecha de la pantalla. A continuación, se buscará en la lista de equipos el modelo correspondiente al proyecto, que es el DAQ970A.

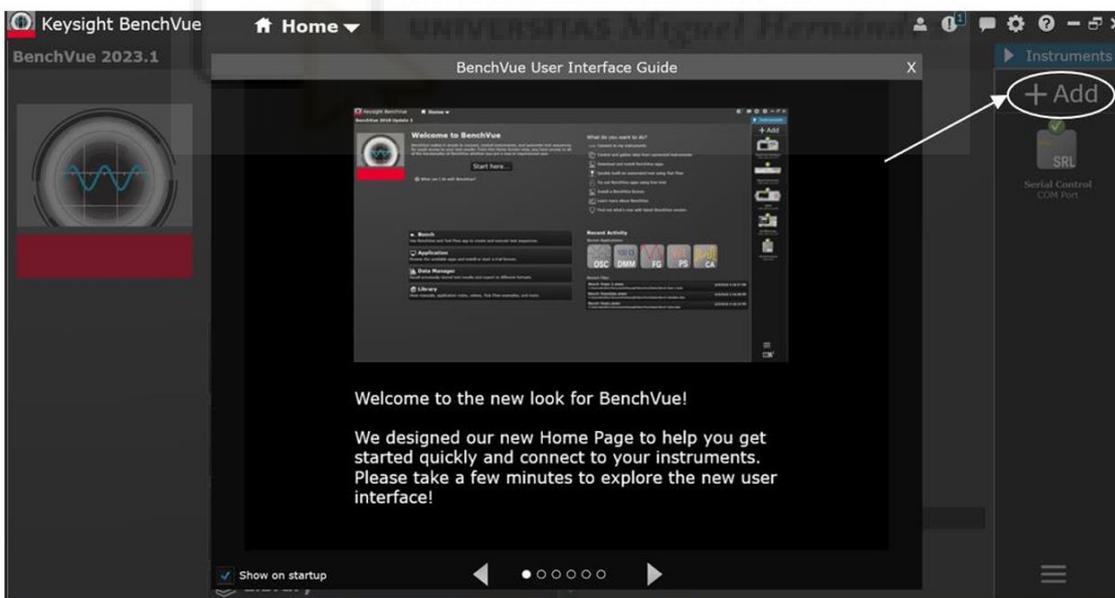


Figura 67. Vinculación sistema adquisición de datos

Una vez realizada la conexión, se procederá a configurar la tarjeta para la lectura de los datos de los sensores instalados. En la pantalla principal, se debe hacer

clic en "Graphics Setup". Luego, en la barra de la izquierda, se seleccionará el botón "Tabla".

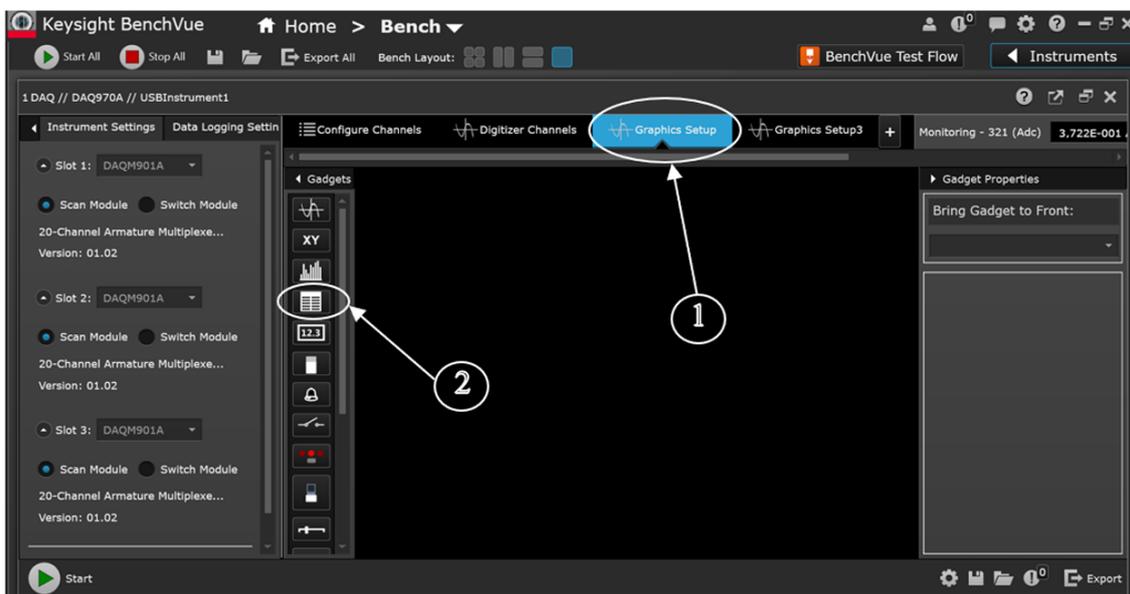


Figura 68. Configuración 1

Una vez dentro, se mostrará una pantalla titulada "Data Grid". En esta interfaz, se activarán los canales. Por ejemplo, para habilitar el canal CH O1 de la tarjeta de adquisición 1, se debe hacer clic en el menú desplegable y seleccionar el canal deseado.

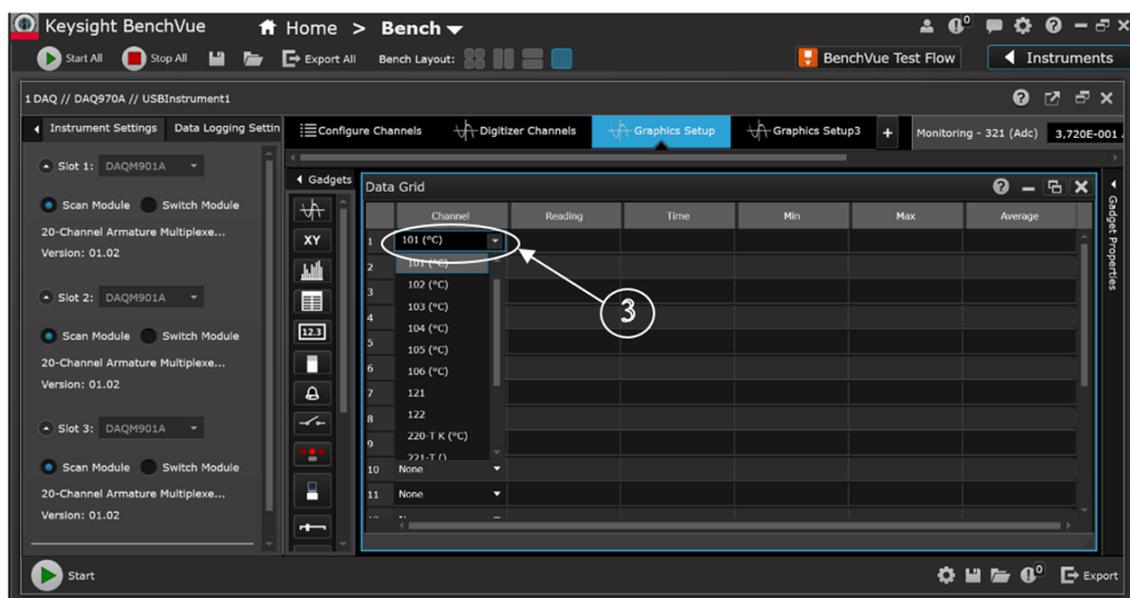


Figura 69. Configuración 2

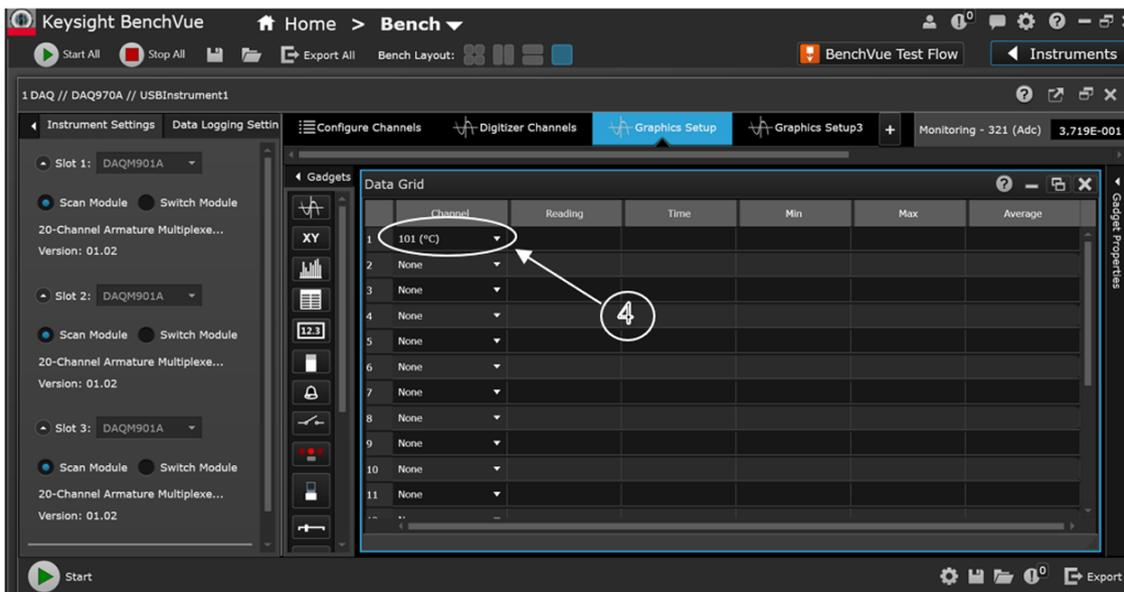


Figura 70. Configuración 3

Una vez activados todos los canales deseados, se debe seleccionar la opción "Configure Channels". En esta interfaz, el software permite configurar cada canal para que el equipo reconozca el tipo de sensor o variable asignado a cada uno. Por ejemplo, si el canal CH 101 está conectado a una RTD de 4 hilos, se debe elegir esa opción en el menú desplegable. Es importante tener en cuenta que al conectar una RTD, se utiliza el canal CH X y el canal CH X+10; BenchVue configura automáticamente el canal CH X+10.

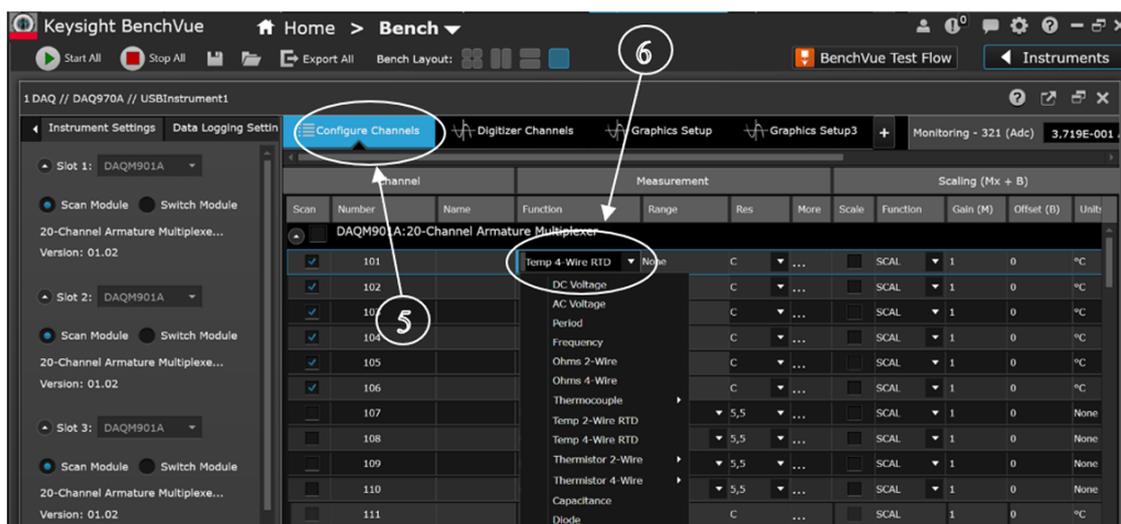


Figura 71. Configuración 4

Para configurar los escaneos, se debe acceder a la pestaña "Data Logging Settings". En la sección "Start Data Logging", se pueden personalizar las condiciones para iniciar la recopilación de datos, ya sea comenzando inmediatamente al presionar el botón "Start", estableciendo una fecha de inicio específica o mediante una alarma.

En la pestaña "Scan Interval", se ajustará el intervalo de escaneo. Se ofrecen varias opciones, incluida la opción "Custom", que permite definir el período de escaneo deseado.

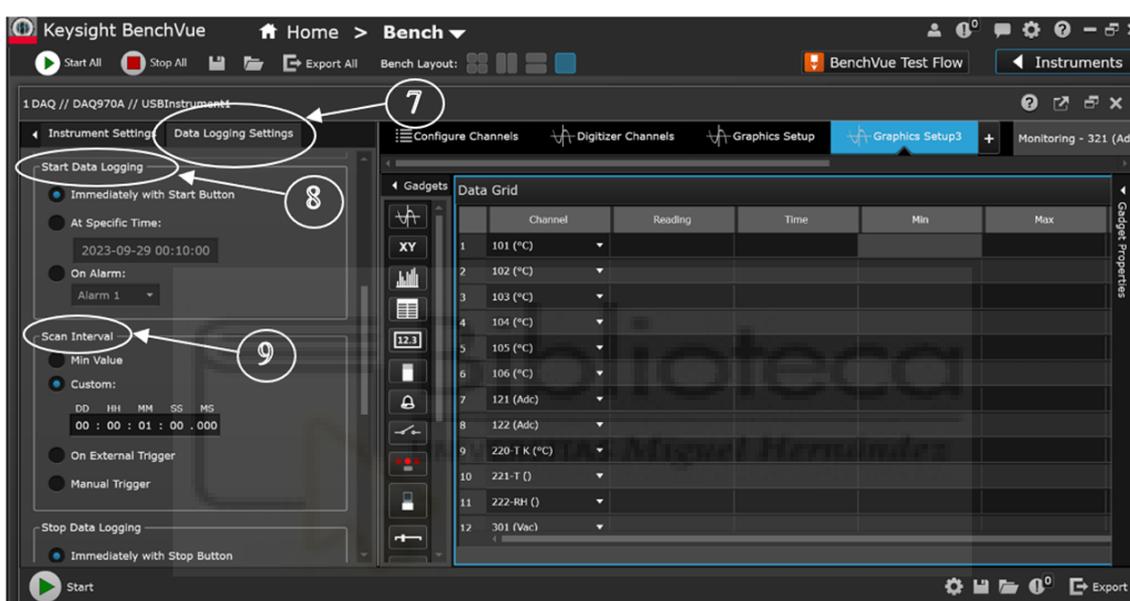


Figura 72. Configuración 5

Al finalizar el escaneo, las opciones disponibles son las mismas que las utilizadas para el inicio. Esto permite personalizar el momento en que se detendrá la recopilación de datos, ya sea al presionar un botón, establecer una fecha y hora específicas o mediante una alarma.

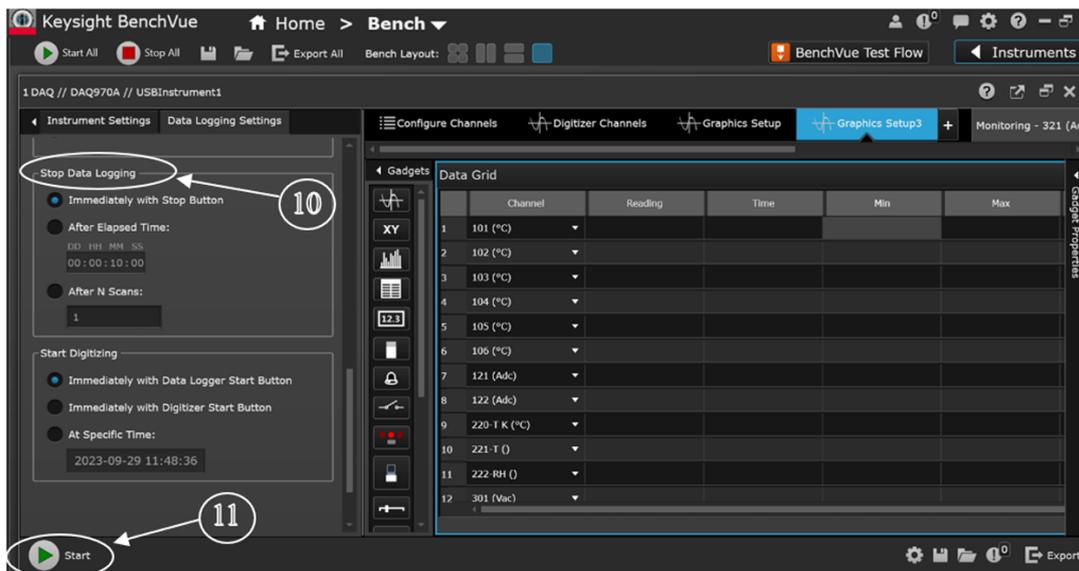


Figura 73. Configuración 6

7.2 CONVERSIÓN DE VARIABLES

Dispositivos como caudalímetros, termohigrómetros y transductores de corriente se conectan a los canales de corriente de las tarjetas de adquisición de datos. Estos dispositivos envían señales de intensidad en el rango de 4 a 20 mA, que son proporcionales a sus rangos de medida.

Por ejemplo, un caudalímetro con un rango de medición de 0 a 25 L/min envía una señal de 4 mA cuando mide 0 L/min y una señal de 20 mA cuando mide 25 L/min. Para visualizar las magnitudes correctas en el programa, es necesario calcular la relación matemática adecuada entre la señal de corriente y las lecturas deseadas.

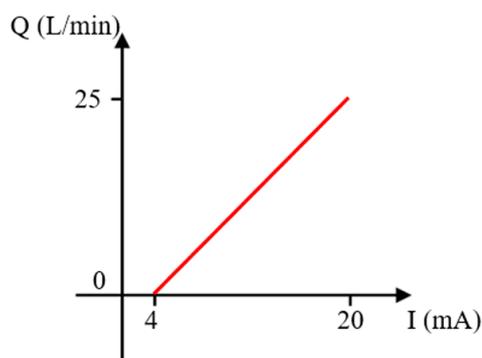


Figura 74. Gráfica caudal vs intensidad

Como se puede observar, la línea de tendencia sigue una ecuación lineal de la forma $y = Mx + B$. BenchVue permite ajustar la pendiente (M) y el offset (B) en la configuración del canal. Después de calcular, se obtiene una ganancia de $M = 1562,5$ y un offset de $B = -6,25$.

Para configurar el canal con estos nuevos parámetros, se debe marcar la casilla "Scale" en la configuración del canal. Luego, se introducen los valores de la ganancia y el offset. Estos pasos se deben realizar en cada uno de los canales que necesiten la conversión de variables. Una vez realizada esta conversión, BenchVue mostrará los valores en L/min.

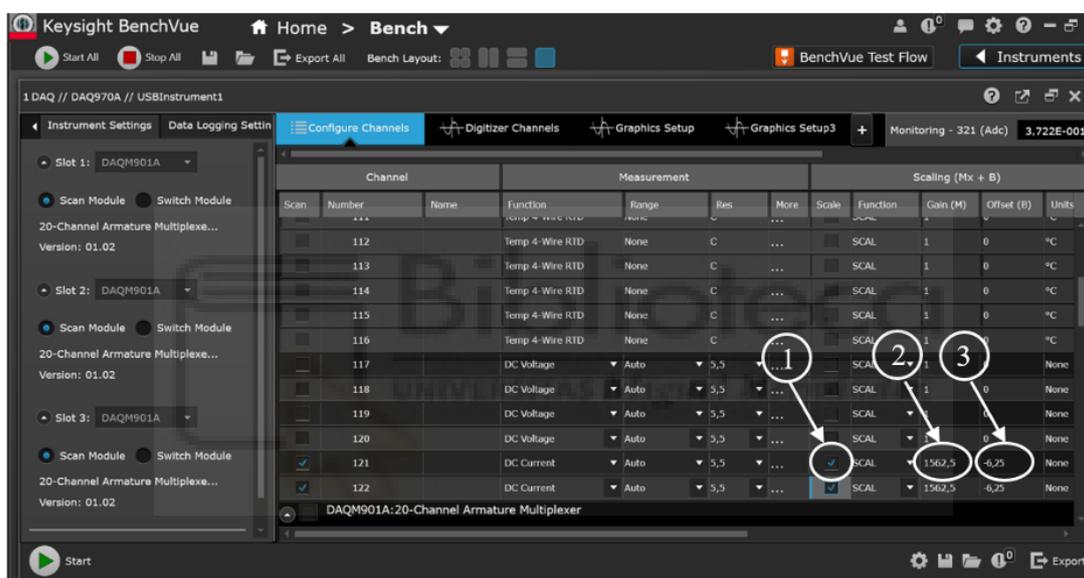


Figura 75. Conversión variables 1

Se realizarán los mismos pasos con el sensor de temperatura y humedad relativa del termohigrómetro.

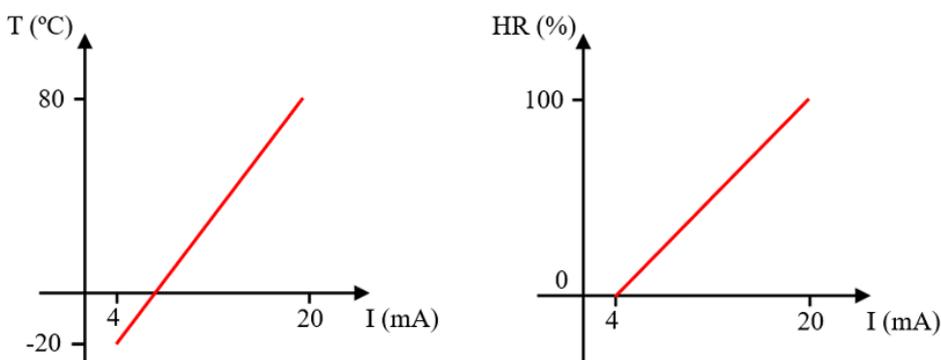


Figura 76. Gráficas temperatura y humedad relativa vs intensidad

La recta de temperatura (CH 221) viene dada por $y=6250x - 45$ y la de HR (CH 222) $y=6250x - 25$.

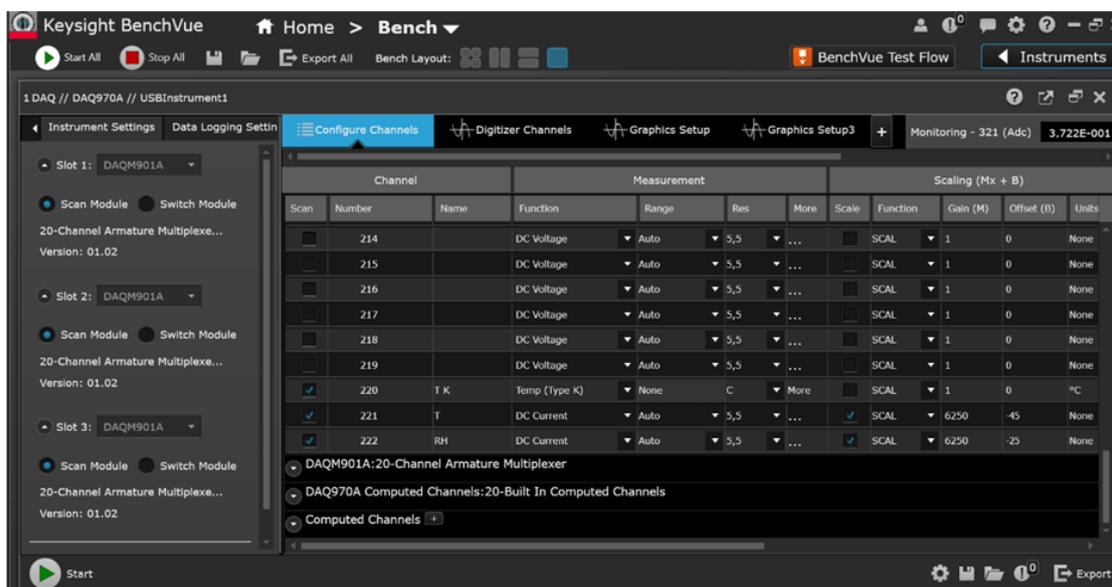


Figura 77. Conversión variables 2

Finalmente, para la conversión de escala en el transductor de corriente (CH 321).

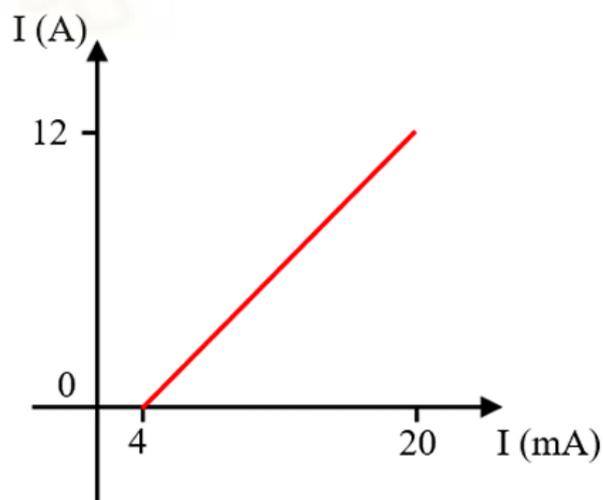


Figura 78. Gráfica intensidad vs intensidad

Después de encontrar la ecuación que defina la recta $y=750x - 3$ se repite el proceso anterior.

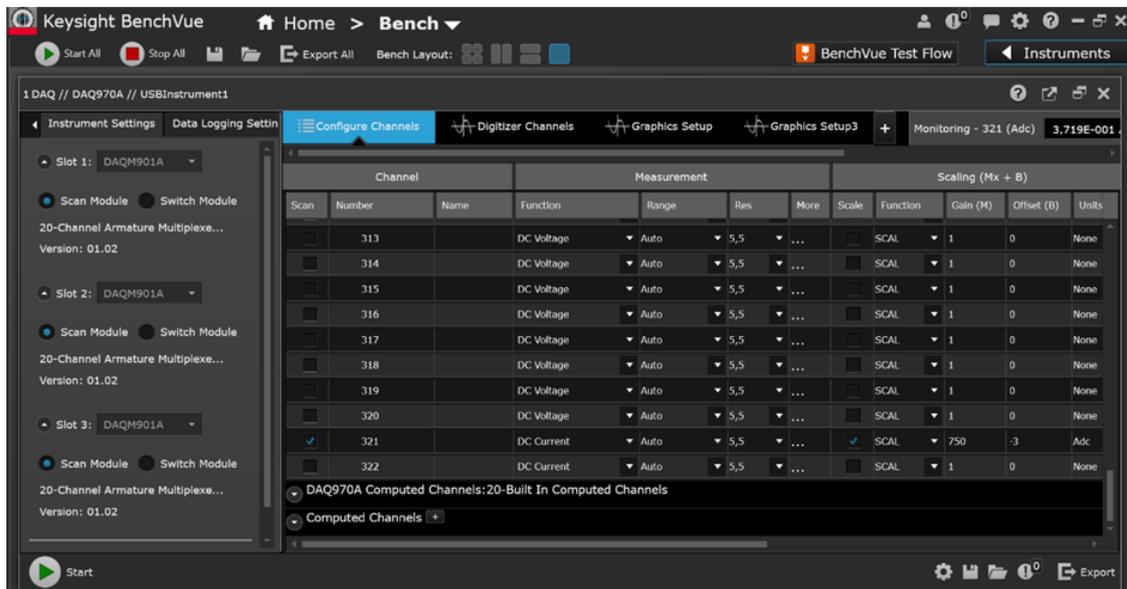


Figura 79. Conversión variables 3

8- Apertura electroválvulas: Activar los interruptores ubicados en el cuadro para permitir la apertura de las electroválvulas y posibilitar el paso del flujo a través de ellas.



Figura 80. Electroválvulas

9- Velocidad fancoil: Indicar la velocidad del fancoil en el interruptor de 4 posiciones instalado junto al cuadro eléctrico. Consta de 3 velocidades: L1 velocidad baja, L2 velocidad media y L3 velocidad alta.

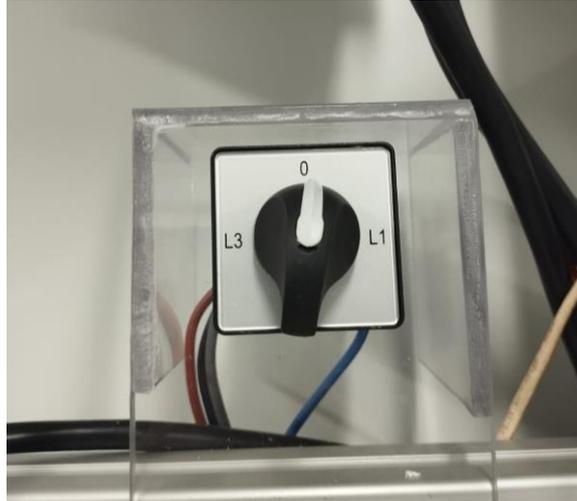


Figura 81. Velocidad fancoil

10- Configuración Arduino: Simularemos los caudales de ACS con la ayuda de un Arduino. Para ello, será necesario enviar el código con la programación desde un ordenador al Arduino.



Figura 82. Arduino

11- Arranque BdC: Encender la bomba de calor mediante el termostato y ajustar la temperatura deseada.



Figura 83. Termostato

12 Inicio escaneos: Iniciar los escaneos en BenchVue, configurando el intervalo entre ellos en 1 minuto.

13- Exportación de datos: Una vez acabado el ensayo se exportarán los datos en formato Excel para su posterior procesado.

Para descargar los datos, primero se debe pulsar sobre el botón “Export”

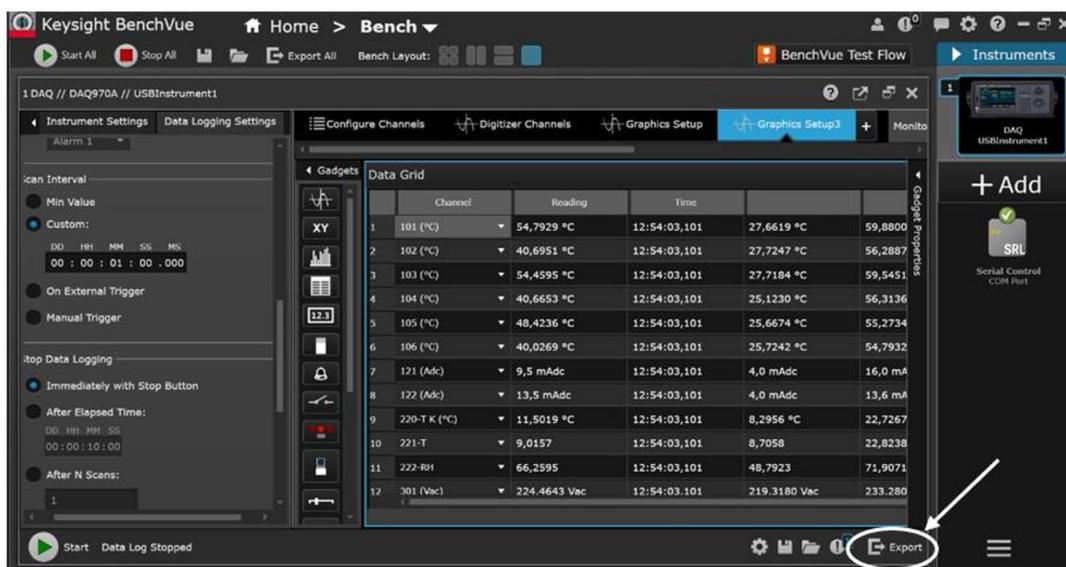


Figura 84. Exportación de datos 1

Aparecerá una pantalla que mostrará los distintos formatos de exportación. En el proyecto se elegirá la opción “Microsoft Excel”

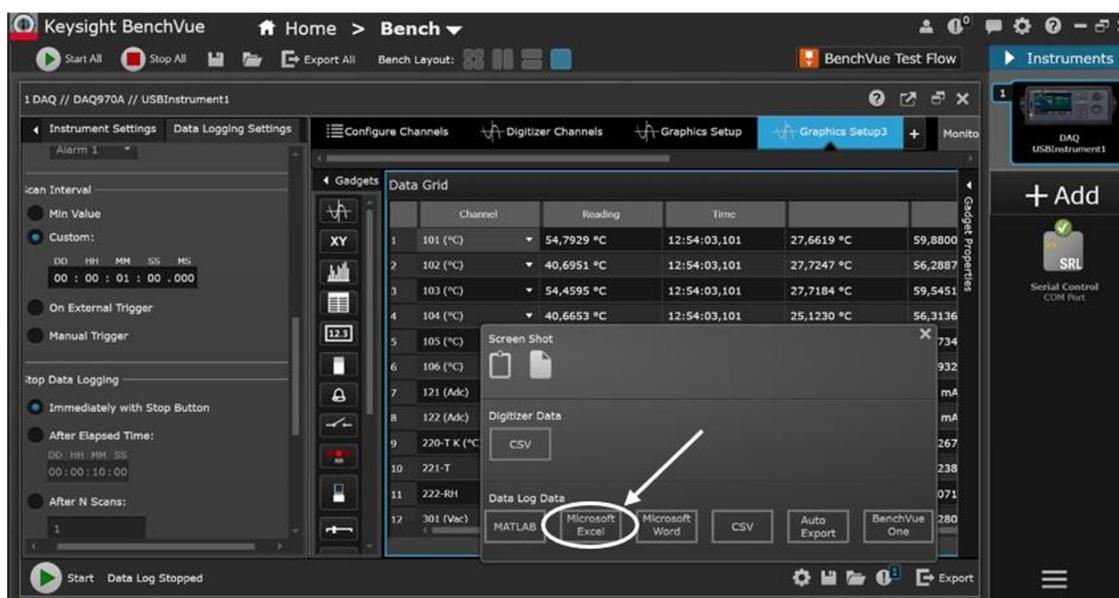


Figura 85. Exportación de datos 2

Seguidamente, se pulsará el botón “Export to file”.

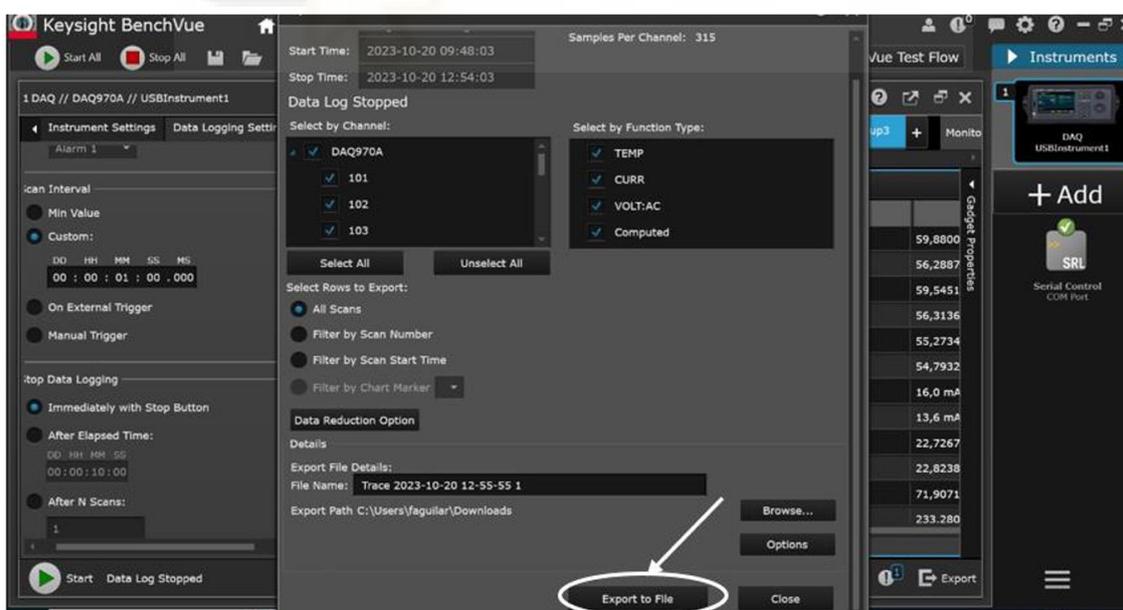


Figura 86. Exportación de datos 3

14- Apagado de la instalación: Para detener toda la maquinaria de la instalación, se seguirán los pasos anteriores en orden inverso. Asegurarse de que la bomba hidráulica esté desactivada, si no, apagarla. Se apagará primero las electroválvulas y después la bomba de calor. A continuación, se bajarán los interruptores del cuadro situado en la cámara climática 1. Finalmente, se apagarán los sistemas de refrigeración de la cámara climática 2.

ENSAYO PÉRDIDAS DEL DEPÓSITO DE ACS

- 1- Ver paso 1 Ensayo 1º
- 2- Ver paso 2 Ensayo 1º
- 3- Ver paso 3 Ensayo 1º
- 4- Ver paso 4 Ensayo 1º
- 5- Ver paso 6 Ensayo 1º
- 6- Ver paso 7 Ensayo 1º
- 7- Ver paso 11 Ensayo 1º
- 8- Ver paso 12 Ensayo 1º
- 9- Ver paso 13 Ensayo 1º
- 10- Ver paso 14 Ensayo 1º



CONFIGURACIÓN TERMOSTATO

MENÚ INSTALADOR

Para acceder al menú del instalador, debemos seguir los siguientes pasos:

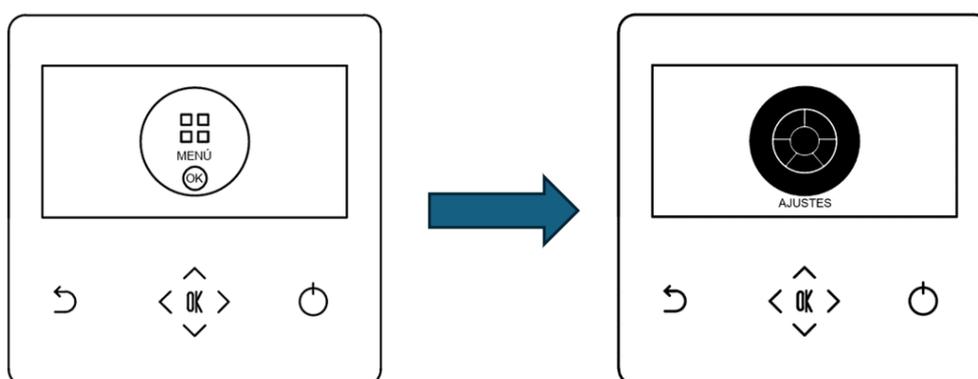


Figura 87. Configuración termostato

Al llegar a la pantalla de AJUSTES, pulsamos la flecha hacia arriba (^) durante 3 segundos para acceder a la pantalla de introducción de contraseña. Una vez introducida la contraseña, podremos entrar al menú del instalador. El menú del Instalador está compuesto por estos apartados:

Instalador	Atrás	OK
Configuración		
General		
Calefacción ambiental		
Enfriamiento ambiental		
Modo automático		
Agua caliente doméstica		
Sistema térmico solar		
Servicio		
Conectividad		
Información		

Figura 88. Menú instalador

MENÚ CONFIGURACIÓN

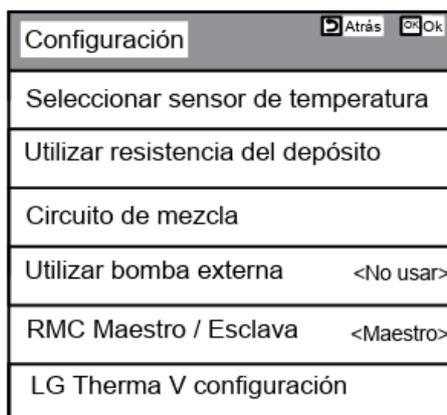


Figura 89. Menú configuración

-SELECCIONAR SENSOR DE TEMPERATURA: La bomba puede trabajar en función de la temperatura del agua, del aire, o aire + agua. Nosotros vamos a trabajar con control de agua.

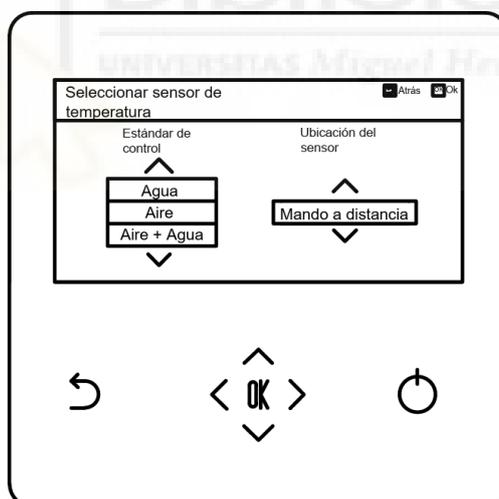


Figura 90. Apartado seleccionar sensor de temperatura

-UTILIZAR RESISTENCIA DEL DEPÓSITO: En este apartado podemos configurar si queremos que funcione o no la resistencia inmersa en el depósito de ACS. También podemos indicar si queremos que tenga prioridad el ciclo

frigorífico o la resistencia, y el tiempo (en minutos) a partir del cual se enchufará la resistencia si el depósito no ha llegado a la temperatura de consigna con el ciclo frigorífico.

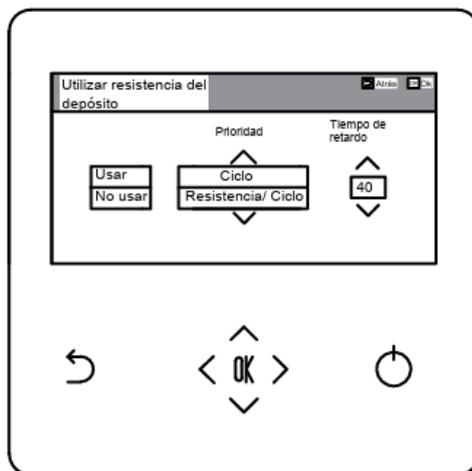


Figura 91. Apartado utilizar resistencia del depósito

-CIRCUITO DE MEZCLA: No vamos a trabajar con esta opción ya que no tenemos circuito de mezcla en el secundario.

-UTILIZAR BOMBA EXTERNA: No vamos a trabajar con esta opción porque no tenemos bomba externa.

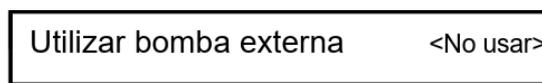


Figura 92. Apartado utilizar bomba externa

-RMC MAESTRO / ESCLAVA: Para indicar si el termostato actúa como maestro o como esclavo de otro termostato. En nuestro caso el termostato es maestro.

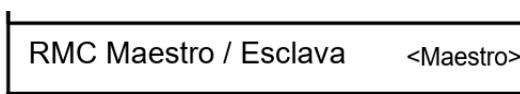


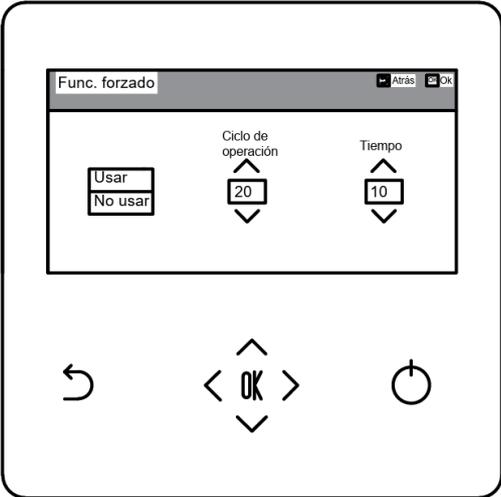
Figura 93. Apartado RMC maestro/ esclava

MENÚ GENERAL

General		Atrás	Ok
Func. forzado			
Retraso de la bomba			
Control del flujo de agua			
Supervisión energética			
Opción anticongelante	<Tipo 1>		
Reestablecer la clave			

Figura 94. Menú general

-FUNC. FORZADO: Funcionamiento forzado de la bomba de agua para que no se estropee al estar mucho tiempo parada. Se indica cuánto tiempo (en minutos) queremos que funcione la bomba y cada cuánto tiempo (en horas) queremos que arranque. En nuestro caso, cada 20 horas que la bomba de calor esté apagada, arrancará durante 10 minutos.



Func. forzado			Atrás	Ok
Usar	Ciclo de operación	Tiempo		
No usar	20	10		

Navigation icons: Back, OK, Power

Figura 95. Apartado funcionamiento forzado

-RETRASO DE LA BOMBA: Esta opción hace referencia al tiempo (en minutos) que funciona la bomba circuladora antes y después de enchufar la bomba de calor. Nosotros utilizaremos la configuración que aparece en pantalla.

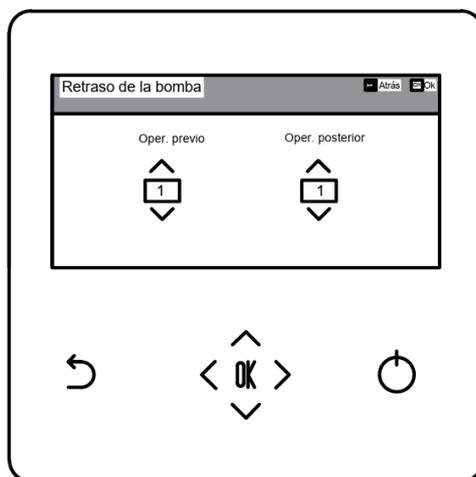


Figura 96. Apartado retraso de la bomba

-CONTROL DEL FLUJO DE AGUA: Podemos trabajar por capacidad de la bomba, por caudal de trabajo fijo, por incremento de temperatura constante o por caudal de trabajo óptimo. Nosotros trabajaremos con capacidad de la bomba.

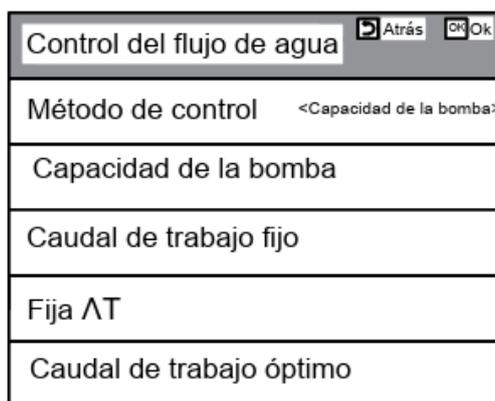


Figura 97. Apartado control de flujo de agua

1) **CAPACIDAD DE LA BOMBA:** Se indicará el porcentaje al que queremos que funcione la bomba.

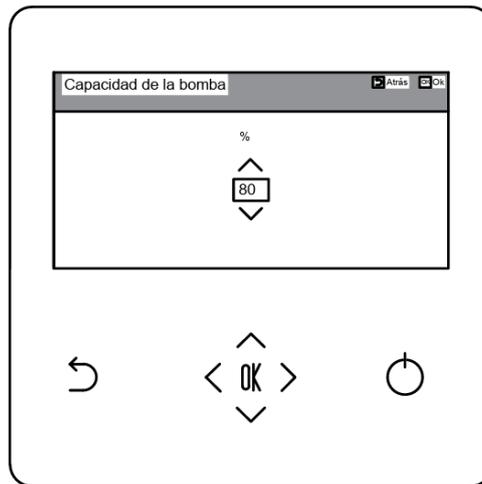


Figura 98. Apartado capacidad de la bomba

2) **CAUDAL DE TRABAJO FIJO:** Indicaremos el caudal (en L/min) con el que trabajará la máquina en calor, frío y ACS.

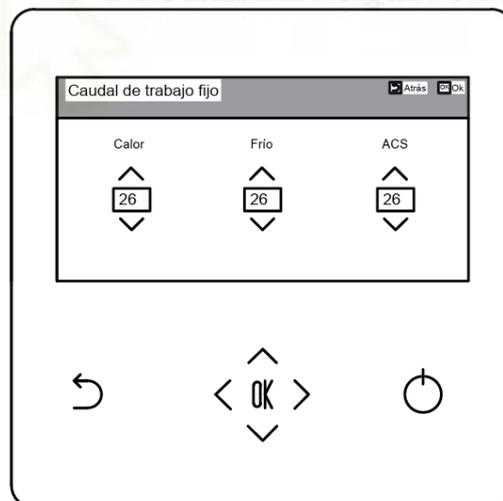


Figura 99. Apartado caudal de trabajo fijo

3) **FIJO ΔT :** Se indica el incremento de temperaturas que habrá entre el agua de impulsión y de retorno de la bomba.

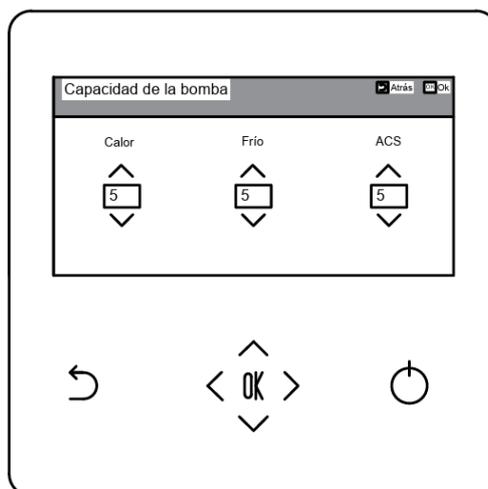


Figura 100. Apartado capacidad de la bomba

-SUPERVISIÓN ENERGÉTICA: Dentro de supervisión energética encontramos 2 apartados:

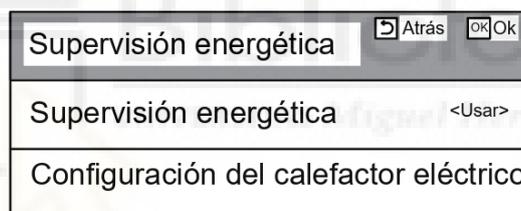


Figura 101. Apartado supervisión energética

El apartado de CONFIGURACIÓN DEL CALEFACTOR ELÉCTRICO sirve para modificar la potencia de la resistencia en el circuito primario. Sin embargo, nosotros no tenemos resistencia en el circuito primario, por lo que no utilizaremos esta opción.

MENÚ CALEFACCIÓN AMBIENTAL

Calefacción ambiental	
Ajuste temp. calefacción	<Salida>
Temp. ajuste calef. aire	
Temp. ajuste agua calef.	
Agua de calentamiento se Histéresis	
Aire ambiental de Histéresis(calefacción)	
Ajuste bomba en calor	
Secado pavimento	

Figura 102. Menú calefacción ambiental

-AJUSTE TEMP. CALEFACCIÓN: Para indicar si queremos trabajar en función de temperatura de impulsión o retorno de la máquina en el modo calefacción. Nosotros trabajaremos en función de la temperatura de impulsión (salida) de la máquina.

-TEMP. AJUSTE CALEF. AIRE: Se indicará la temperatura mínima y máxima a la que se podrá expulsar el aire. No vamos a trabajar con esta opción porque trabajamos en función de la temperatura del agua.

-TEMP. AJUSTE AGUA CALEF.: Se indicará la temperatura mínima y máxima del agua de impulsión de la bomba en calefacción. Nosotros utilizaremos la configuración que aparece en pantalla.

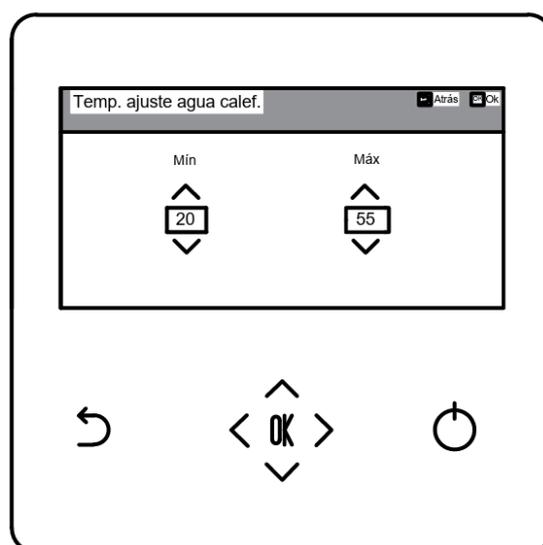


Figura 103. Apartado temperatura de ajuste agua calefacción

-AGUA DE CALENTAMIENTO DE HISTÉRESIS: Se indicará la histéresis por debajo y por encima de la temperatura de consigna en calentamiento. Nuestra histéresis será de 2 °C.

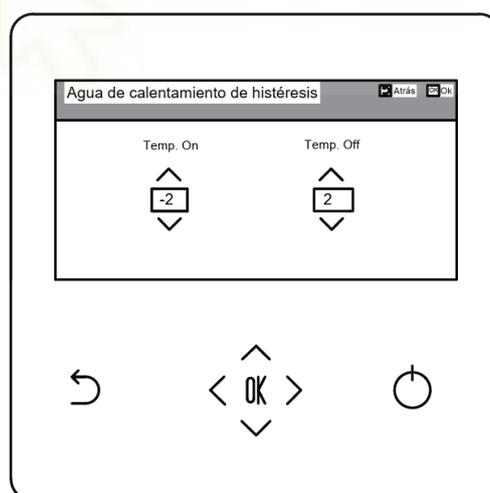


Figura 104. Apartado agua de calentamiento de histéresis

-AIRE AMBIENTAL DE HISTÉRESIS (CALEFACCIÓN): No necesitamos esta opción porque no estamos trabajando con aire.

-AJUSTE BOMBA EN CALOR: Cuando la bomba de calor está apagada debe encenderse cada cierto tiempo para controlar la temperatura del depósito. En este apartado se indica cuanto tiempo (en minutos) se enciende la bomba y cada cuanto tiempo (en minutos) arranca. En nuestro caso, la máquina arrancará 2 minutos cada 15 minutos.

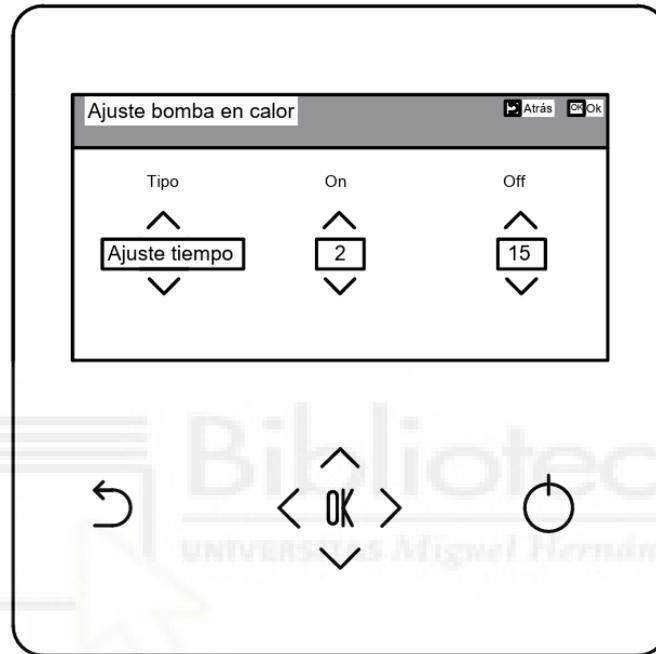


Figura 105. Apartado ajuste bomba en calor

-SECADO PAVIMENTO: Este apartado solo se utilizaría si tuviéramos suelo radiante.

MENÚ ENFRIAMIENTO AMBIENTAL

Enfriamiento ambiental	
Ajuste temp. refriger.	<Salida>
Temp. ajuste refriger. aire	
Temp. ajuste refriger. agua	
Durante enfriamiento, no suministro ACS	
Agua de enfriamiento de Histéresis	
Aire ambiental de Histéresis(enfriamiento)	
Ajuste bomba en frío	

Figura 106. Menú enfriamiento ambiental

Todos los apartados son iguales a los de Calentamiento Ambiental

-DURANTE ENFRIAMIENTO, NO SUMINISTRO ACS: No vamos a utilizar esta configuración.

MENÚ MODO AUTOMÁTICO

Modo automático	
Temp. auto estacional	



Temp. auto estacional	
Modo	<Calor y frío>
Temp. exterior	
Temp. objetivo	

Figura 107. Menú modo automático

Esta configuración sirve para que la máquina se regule de forma automática entre calor y frío. Se indicarán las condiciones ambientales en las que la máquina deberá trabajar en modo calor o en modo frío.

MENÚ AGUA CALIENTE DOMÉSTICA

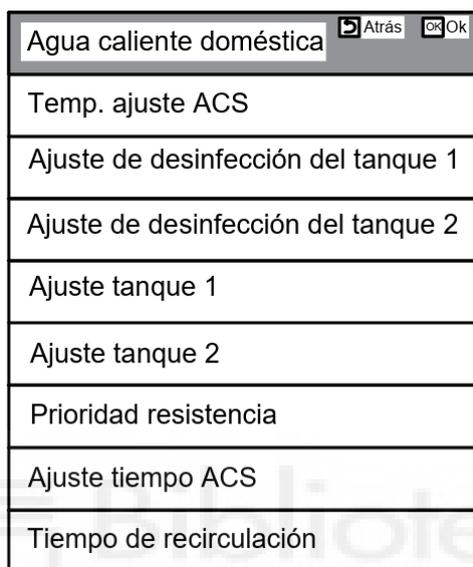


Figura 108. Menú agua caliente doméstica

-TEMP. AJUSTE ACS: Se indica la temperatura mínima y máxima que puede alcanzar el depósito de ACS teniendo en cuenta las 2 fuentes de energía (bomba de calor y resistencia). Nuestra configuración es la que aparece en pantalla.

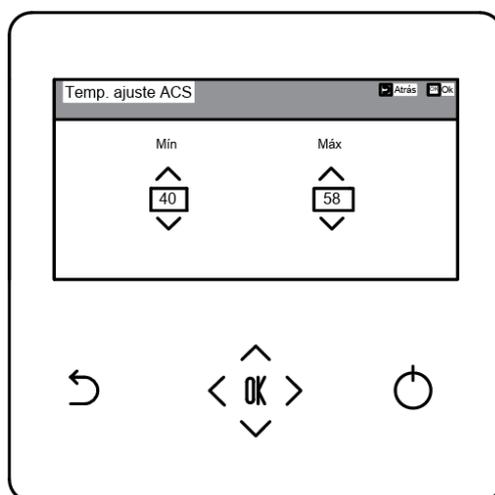


Figura 109. Apartado temperatura ajuste ACS

-AJUSTE DE DESINFECCIÓN DEL TANQUE 1: Desinfección del tanque por legionela. En este menú se indica la fecha y la hora de la desinfección.

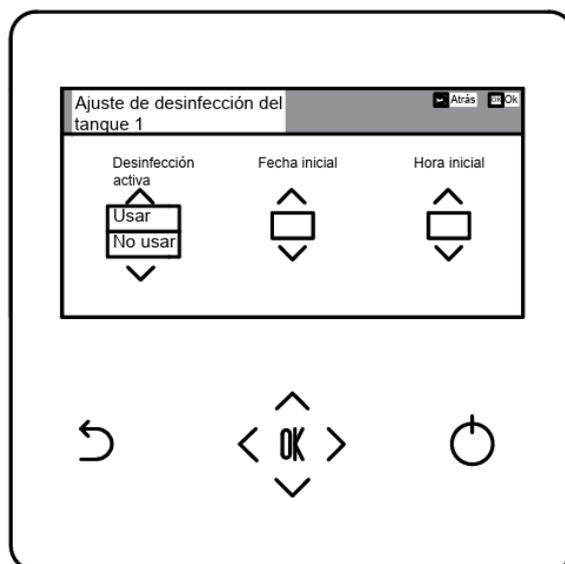


Figura 110. Apartado ajuste de desinfección del tanque 1

-AJUSTE DE DESINFECCIÓN DEL TANQUE 2: Se indican las condiciones de la desinfección (temperatura máxima a la que quiero llegar y la duración).

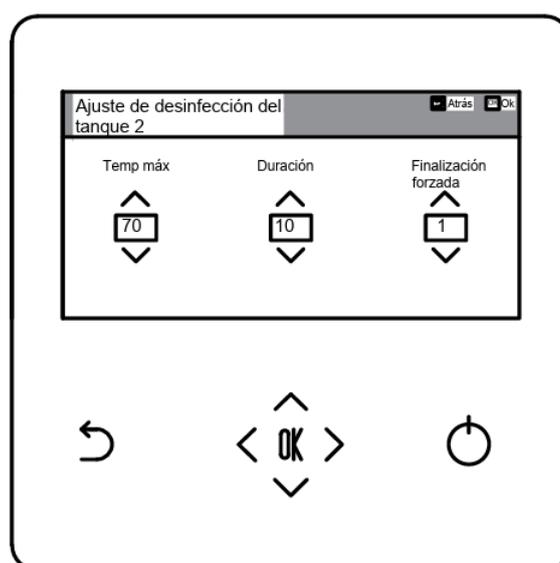


Figura 111. Apartado ajuste de desinfección tanque 2

-AJUSTE TANQUE 1:

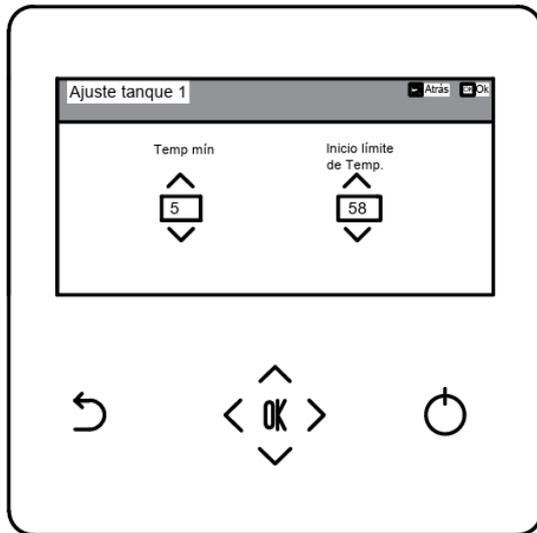


Figura 113. Ajuste tanque 1

-AJUSTE TANQUE 2

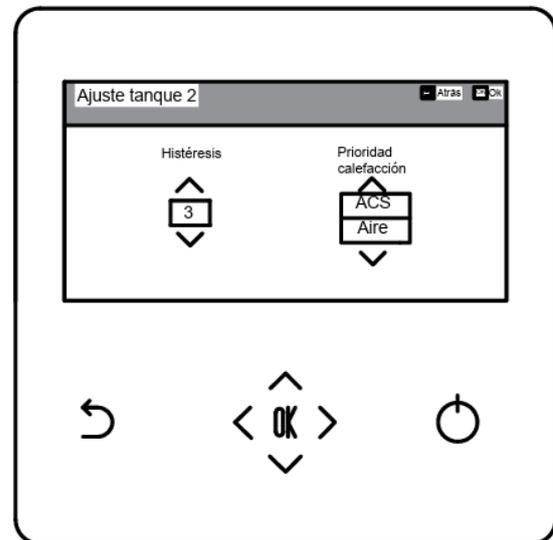


Figura 112. Ajuste tanque 2



PRIORIDAD RESISTENCIA:

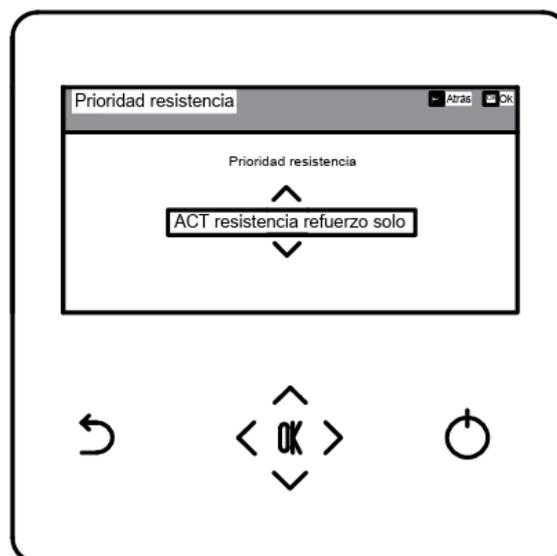


Figura 114. Apartado prioridad resistencia

-AJUSTE TIEMPO ACS: Se indica el tiempo (en minutos) que se trabaja contra el depósito de ACS antes de pasar a calefacción. En nuestro caso, si la máquina está trabajando con ACS y calefacción simultáneamente, se calentará primero el ACS durante 30 min (o hasta llegar a la temperatura de consigna) y después se calentará el depósito de calefacción durante otros 30 minutos.

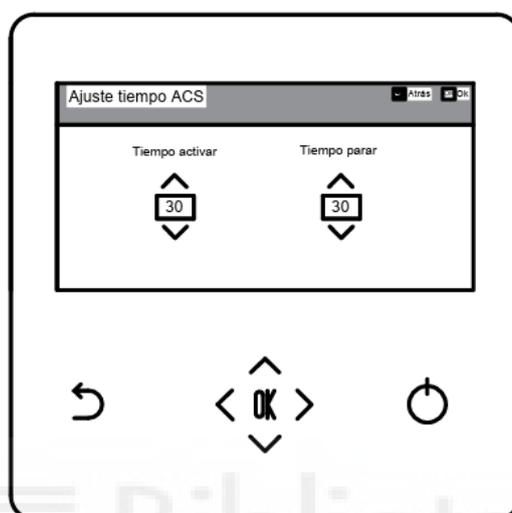


Figura 115. Apartado ajuste tanque ACS

-TIEMPO DE RECIRCULACIÓN: No utilizamos este menú porque no tenemos bomba recirculadora.

MENÚ SISTEMA TÉRMICO SOLAR

No vamos a utilizar este menú

MENÚ SERVICIO

No vamos a utilizar este menú

MENÚ CONECTIVIDAD

Conectividad		Atrás	OK
Modo de contacto seco	<Auto>		
Dirección de control central			
CN_CC	<D/C automático instalado>		
CN_EXT			
Caldera de terceros			
Interfaz del medidor			
Estado de energía			
Tipo de control del termostato			

Figura 116. Menú conectividad

-ESTADO DE ENERGÍA: Tenemos 3 opciones de Tipo de uso de EES: No usar, Modo señal (solo se puede utilizar si se dispone de un inverter Smart grid) y Modo modbus. Nosotros vamos a trabajar con Modo modbus.

Estado de energía		Atrás	OK
Tipo de uso EES	<Modo modbus>		
Definición del estado de energía			
Asignación de entrada digital			

Figura 117. Apartado estados de energía

Dentro de DEFINICIÓN DEL ESTADO DE ENERGÍA vamos a definir los distintos niveles de energía, que hacen referencia a los niveles que le vamos a dar al tanque de calefacción, de refrigeración y de ACS en función de la carga de la batería.

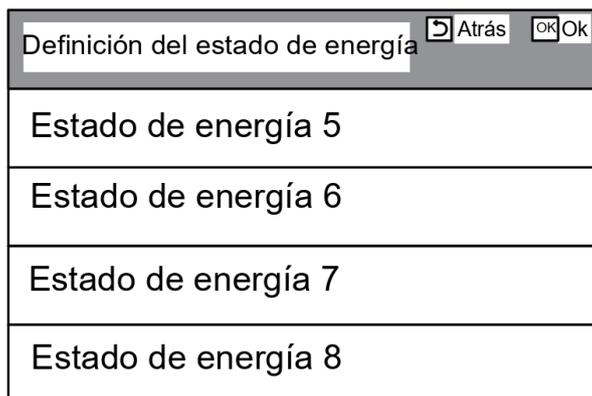


Figura 118. Apartado definición estado de energía

Todos los estados de energía se configuran de la misma forma. Se debe indicar el incremento en la temperatura de impulsión que deseamos en calefacción, refrigeración y ACS.

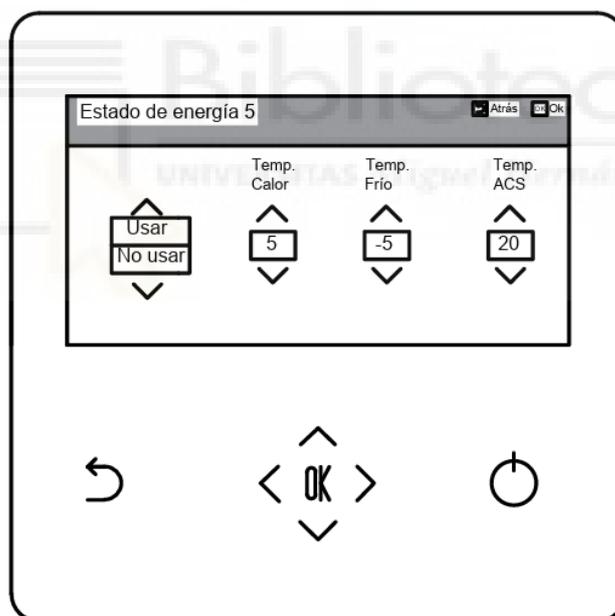


Figura 119. Estado de energía 5

-TIPO DE CONTROL DE TERMOSTATO: Nosotros vamos a trabajar con Calor y frío

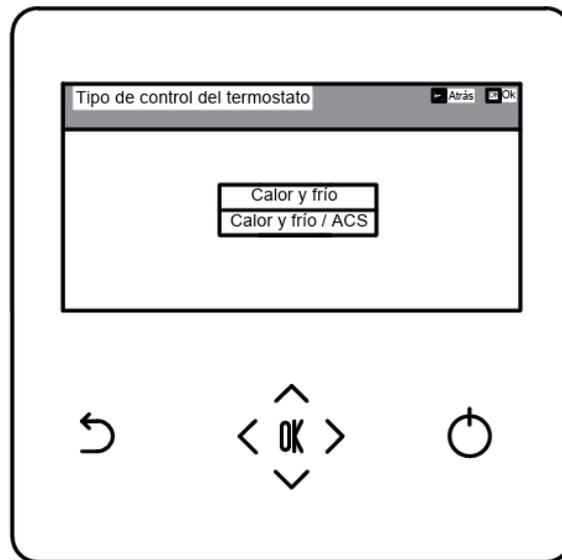
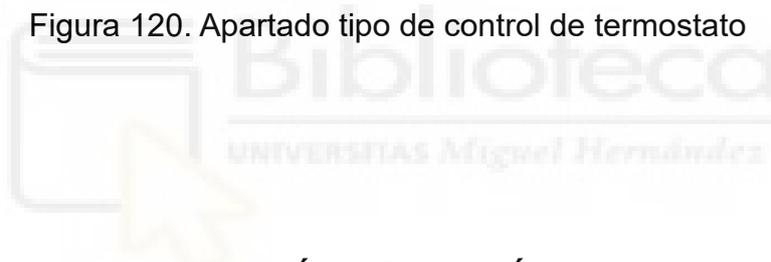


Figura 120. Apartado tipo de control de termostato



MENÚ INFORMACIÓN

Información	Atrás	OK
Tiempo de operación de la bomba		
Tiempo de funcionamiento de la INT		
Caudal actual de flujo		
Registrando datos		

Figura 121. Menú información

-TIEMPO DE OPERACIÓN DE LA BOMBA:

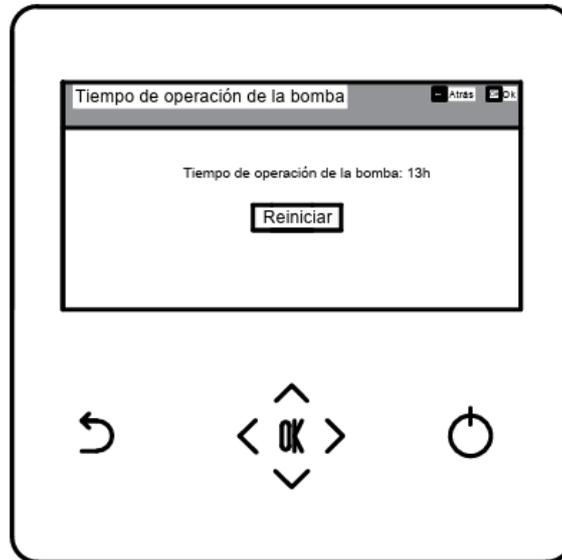


Figura 122. Apartado tiempo de operación de la bomba

-REGISTRO DE DATOS: Se queda registrado cuando se ha enchufado la bomba y la temperatura de consigna de cada momento.

TABLAS PROCESADO DE DATOS

Tabla 15. Datos en bruto

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Scan Sweep Time (Sec)	Scan Number	101 (°C)	102 (°C)	103 (°C)	104 (°C)	105 (°C)	106 (°C)	121	122	201 (°C)	202 (°C)
1	2024-04-29 00:00:37.811	3714	44.9780983	42.7734516	44.9654443	45.2402427	37.8967172	39.489746	-0.01042554	0.0007944	35.640784	39.9698319
2	2024-04-29 00:01:37.800	3715	44.7902538	42.394964	45.0424561	45.0420403	37.8730872	39.49643	-0.01053451	0.0009512	35.635334	39.9741152
3	2024-04-29 00:02:37.841	3716	44.5980837	42.0406654	45.0940122	44.7968835	37.8484436	39.499354	-0.01028591	0.0006534	35.625685	39.9581063
4	2024-04-29 00:03:37.823	3717	44.3996877	41.7028621	45.1182637	44.5424425	37.827861	39.496015	-0.01011496	0.00084	35.620902	39.8633077
5	2024-04-29 00:04:37.848	3718	44.1996286	41.3821307	45.1239375	44.2920896	37.8021803	39.493744	-0.00975204	0.0009688	35.613005	39.8995273
6	2024-04-29 00:05:37.814	3719	44.0020344	41.0739803	45.1234384	44.0547623	37.7824634	39.495944	-0.01004626	0.0007482	35.609131	39.9476458
7	2024-04-29 00:06:37.800	3720	43.8097433	40.7807985	45.1220363	43.8357671	37.757619	39.495286	-0.00966166	0.0008452	35.602709	39.9311465
8	2024-04-29 00:07:37.800	3721	43.6234195	40.5040528	45.1232424	43.6301134	37.738264	39.488981	-0.00966562	0.0011769	35.595499	39.9298561
9	2024-04-29 00:08:37.800	3722	43.4456094	40.2448307	45.1228448	43.4409837	37.719745	39.483074	-0.00967216	0.0010872	35.589776	39.8422057
10	2024-04-29 00:09:37.800	3723	43.2708609	40.0004706	45.137911	43.2555473	37.7028741	39.484171	-0.00978716	0.0013496	35.585102	39.8495307
11	2024-04-29 00:10:37.811	3724	43.097024	39.7724876	45.1438818	43.0815213	37.6849658	39.473608	-0.00994916	0.0012034	35.581601	39.9351436
12	2024-04-29 00:11:37.800	3725	42.9314074	39.5555225	45.1452661	42.9115296	37.6622798	39.463537	-0.0095346	0.0014588	35.575849	39.9233898
13	2024-04-29 00:12:37.800	3726	42.7636201	39.3504273	45.1519677	42.7485878	37.6430973	39.449385	-0.00955629	0.0012721	35.569812	39.9060848
14	2024-04-29 00:13:37.800	3727	42.6004242	46.0288734	45.7067281	45.8555644	37.6337373	39.418882	25.7175581	0.0014074	35.565517	39.8732398
15	2024-04-29 00:14:37.829	3728	45.8174202	45.850757	45.885336	45.979775	37.6229427	39.198008	25.6675626	0.0014569	35.559279	39.8534482
16	2024-04-29 00:15:37.800	3729	45.995214	45.9981556	41.9143694	45.9425802	37.5970206	38.952135	-0.01059288	0.001905	35.55634	39.8559516
17	2024-04-29 00:16:37.808	3730	45.9655365	45.6163195	42.415278	45.7707434	37.5650939	38.898082	-0.0101487	0.001503	35.552229	39.8833173
18	2024-04-29 00:17:37.811	3731	45.6423039	45.0277998	42.8780976	45.5543689	37.5301978	38.981027	-0.01017693	0.0017232	35.5447383	39.9027473
19	2024-04-29 00:18:37.800	3732	45.2791169	44.4547087	43.3553749	45.3960514	37.4986215	39.0556	-0.00985379	0.001392	35.542407	39.8548855
20	2024-04-29 00:19:37.800	3733	45.0290177	43.9075325	43.8257305	45.2736449	37.4678516	39.102106	-0.01021739	0.0013828	35.536163	39.8248202
21	2024-04-29 00:20:37.845	3734	44.9019315	43.3589021	44.1748077	45.1522173	37.4412016	39.13212	-0.01028763	0.0012365	35.532834	39.8135139
22	2024-04-29 00:21:37.800	3735	44.8182338	42.9270376	44.4103022	45.0272413	37.4154172	39.153369	-0.01030347	0.0014889	35.527749	39.8555401
23	2024-04-29 00:22:37.800	3736	44.668422	42.5435459	44.5685314	44.8859272	37.3832433	39.162597	-0.01026818	0.0012826	35.520742	39.8729022
24	2024-04-29 00:23:37.851	3737	44.4851807	42.1820432	44.6629866	44.696199	37.3601148	39.16727	-0.01013613	0.0012773	35.514439	39.8774095
25	2024-04-29 00:24:37.814	3738	44.2991459	41.8361892	44.7191288	44.4522259	37.3347992	39.171463	-0.00974653	0.0012528	35.510198	39.8551596
26	2024-04-29 00:25:37.811	3739	44.1079245	41.5105133	44.7432825	44.2034596	37.3170767	39.166979	-0.00985034	0.0018008	35.504599	39.7940145
27	2024-04-29 00:26:37.800	3740	43.9191432	41.1988262	44.7545456	43.9579486	37.2949266	39.154519	-0.00948071	0.0013966	35.499582	39.8298661
28	2024-04-29 00:27:37.851	3741	43.727522	40.9019012	44.7597554	43.7202234	37.2745786	39.143524	-0.0097956	0.0015402	35.494979	39.8828493
29	2024-04-29 00:28:37.808	3742	43.5424201	40.6231283	44.7580148	43.5056801	37.2552857	39.143411	-0.00978492	0.0014622	35.491027	39.8553714
30	2024-04-29 00:29:37.841	3743	43.3591396	40.3575846	44.75271	43.3045463	37.2389669	39.138305	-0.00979938	0.0013107	35.484037	39.8548304
31	2024-04-29 00:30:37.800	3744	43.1789151	40.1052492	44.74541595	43.111856	37.2194336	39.133027	-0.00971279	0.0018046	35.481928	39.7664925
32	2024-04-29 00:31:37.810	3745	43.0065674	39.8660303	44.7566782	42.9352309	37.2014084	39.132903	-0.00969299	0.0017442	35.475803	39.7889771
33	2024-04-29 00:32:37.800	3746	42.8373514	39.6438395	44.7593395	42.76137	37.1853699	39.116457	-0.00939429	0.0015274	35.469962	39.8437959

M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
203 (°C)	204 (°C)	205 (°C)	206	220 (°C)-TK	221- T	222- RH	301 (Vac)	321 (Adc)	322
39.572863	29.4505054	17.691063	23.092023	10.058035	9.9242007	76.282791	230.18879	0.36612266	0.01379909
39.570826	29.4499798	17.695571	23.35066	10.133201	9.9632615	75.994603	230.03483	0.36615927	0.01340605
39.574198	29.4528359	17.701599	23.239741	10.1326	9.9964652	75.914477	230.43792	0.36619893	0.01405269
39.557753	29.4530727	17.704328	23.157723	10.238815	10.056534	75.978727	230.45949	0.36615654	0.01389826
39.555425	29.4421705	17.709077	23.15772	10.227772	10.099226	75.722561	230.04767	0.36600416	0.01406543
39.534542	29.4342604	17.711316	23.171159	10.214038	10.130809	75.901851	230.08192	0.36627099	0.01349781
39.529776	29.4461269	17.717722	23.165107	10.251675	10.170214	75.779544	229.98197	0.36622174	0.02206714
39.536647	29.4419548	17.720244	23.099951	10.350254	10.205071	75.913354	229.68325	0.36617274	0.02291761
39.519483	29.44572	17.723927	23.282523	10.282041	10.243164	75.628425	229.55445	0.36616993	0.01343807
39.527893	29.4430574	17.72936	22.975057	10.455778	10.305974	75.691958	229.44133	0.366171	0.01331308
39.517519	29.4446687	17.731299	23.095818	10.362066	10.329871	75.820947	229.60832	0.36618431	0.01346579
39.508575	29.4223507	17.734852	23.218856	10.483063	10.355133	75.286622	229.56403	0.36619108	0.02315158
39.502561	29.4386828	17.740038	23.286487	10.504005	10.407666	75.368271	229.64175	0.36612266	0.01339383
39.501706	29.4217888	17.744263	23.060777	10.566603	10.432057	75.494608	229.62544	0.89889101	0.01364621
39.486012	29.4248894	17.748665	23.197616	10.666848	10.4647	75.343791	229.51947	0.88990767	0.02329241
39.493077	29.4208944	17.751134	23.119982	10.688073	10.504059	75.406602	229.67435	0.36642635	0.01679608
39.483851	29.4158214	17.753273	23.353944	10.675252	10.535789	75.543208	229.57259	0.36623538	0.01398417
39.472675	29.4037933	17.756814	23.120109	10.736127	10.568043	75.280892	229.67986	0.36613712	0.0135195
39.462088	29.4189347	17.759283	23.122926	10.69272	10.624528	75.249931	229.83772	0.36635338	0.01361419
39.469947	29.4149637	17.76365	23.158954	10.793267	10.664929	75.181376	229.8916	0.36644585	0.0131683
39.46116	29.4124433	17.768523	23.122997	10.74695	10.707034	75.332881	230.04786	0.36639933	0.01361798
39.455379	29.3933562	17.77177	23.049501	10.860782	10.756529	75.059571	230.25963	0.36634975	0.01342757
39.45239	29.3811005	17.774004	23.083391	10.900168	10.792092	75.157813	230.22818	0.36614712	0.01370595
39.44983	29.3987952	17.781081	23.074402	10.88453	10.829712	75.138286	230.36483	0.36629116	0.01385935
39.428631	29.3861984	17.782772	23.137315	10.780499	10.867637	74.870838	230.44217	0.36636289	0.01355239
39.428567	29.3984163	17.788571	23.151754	11.041503	10.884236	75.00971	230.59101	0.36629537	0.01342585
39.413812	29.374658	17.79061	22.999112	11.041969	10.923176	74.86406	230.71109	0.36621232	0.01357838
39.423078	29.388409	17.792248	23.100887	11.070336	10.967835	74.970415	230.78121	0.36640627	0.02275354
39.409406	29.3862245	17.798807	23.07903	10.989512	10.997333	74.897625	230.839	0.3662362	0.01386796
39.400096	29.3853936	17.803586	22.944354	11.125069	11.038098	74.865038	230.90179	0.36605672	0.01374297
39.394664	29.3723225	17.806067	23.027934	11.185434	11.065162	74.891928	230.89477	0.36623794	0.01326729
39.401003	29.3777844	17.810286	23.069762	11.036493	11.084704	74.706287	230.80075	0.36614976	0.02320805
39.384777	29.3687421	17.814818	23.130191	11.162213	11.109848	74.92986	230.4744	0.36637809	0.01340054

Tabla 16. Datos procesados

Tiempo (h)	T_imp_BdC	T_Ret_BdC	T_E1_Calef	T_S1_Calef	T_E2_Calef	T_S2_Calef	q_BdC (l/min)	q_Fc (l/min)	T_imp_ACS	T1_ACS	T2_ACS
0,00	44,98	42,77	44,97	45,24	37,90	39,49	0,00	0,00	35,64	39,97	39,57
0,02	44,79	42,39	45,04	45,04	37,87	39,50	0,00	0,00	35,64	39,97	39,57
0,03	44,60	42,04	45,09	44,80	37,85	39,50	0,00	0,00	35,63	39,96	39,57
0,05	44,40	41,70	45,12	44,54	37,83	39,50	0,00	0,00	35,62	39,86	39,56
0,07	44,20	41,38	45,12	44,29	37,80	39,49	0,00	0,00	35,61	39,90	39,56
0,08	44,00	41,07	45,12	44,05	37,78	39,50	0,00	0,00	35,61	39,95	39,53
0,10	43,81	40,78	45,12	43,84	37,76	39,50	0,00	0,00	35,60	39,93	39,53
0,12	43,62	40,50	45,12	43,63	37,74	39,49	0,00	0,00	35,60	39,93	39,54
0,13	43,45	40,24	45,13	43,44	37,72	39,48	0,00	0,00	35,59	39,84	39,52
0,15	43,27	40,00	45,14	43,26	37,70	39,48	0,00	0,00	35,59	39,85	39,53
0,17	43,10	39,77	45,14	43,08	37,68	39,47	0,00	0,00	35,58	39,94	39,52
0,18	42,93	39,56	45,15	42,91	37,66	39,46	0,00	0,00	35,58	39,92	39,51
0,20	42,76	39,35	45,15	42,75	37,64	39,45	0,00	0,00	35,57	39,91	39,50
0,22	42,60	45,85	45,71	45,86	37,63	39,42	25,72	0,00	35,57	39,87	39,50
0,23	45,82	46,03	45,89	45,98	37,62	39,20	25,67	0,00	35,56	39,85	39,49
0,25	46,00	46,00	41,91	45,94	37,60	38,95	0,00	0,00	35,56	39,86	39,49
0,27	45,97	45,62	42,42	45,77	37,57	38,90	0,00	0,00	35,55	39,88	39,48
0,28	45,64	45,03	42,88	45,55	37,53	38,98	0,00	0,00	35,55	39,90	39,47
0,30	45,28	44,45	43,36	45,40	37,50	39,06	0,00	0,00	35,54	39,85	39,46
0,32	45,03	43,91	43,83	45,27	37,47	39,10	0,00	0,00	35,54	39,82	39,47
0,33	44,90	43,36	44,17	45,15	37,44	39,13	0,00	0,00	35,53	39,81	39,46
0,35	44,82	42,93	44,41	45,03	37,42	39,15	0,00	0,00	35,53	39,86	39,46
0,37	44,67	42,54	44,57	44,89	37,38	39,16	0,00	0,00	35,52	39,87	39,43
0,38	44,49	42,18	44,66	44,70	37,36	39,17	0,00	0,00	35,51	39,88	39,45
0,40	44,30	41,84	44,72	44,45	37,33	39,17	0,00	0,00	35,51	39,86	39,43
0,42	44,11	41,51	44,74	44,20	37,32	39,17	0,00	0,00	35,50	39,79	39,43
0,43	43,92	41,20	44,75	43,96	37,29	39,15	0,00	0,00	35,50	39,83	39,41
0,45	43,73	40,90	44,76	43,72	37,27	39,14	0,00	0,00	35,49	39,88	39,42

T3_ACS	T_red_ACS	T_CCI	T_CC2	T_CC2	HR_CC2	V_BdC	I_BdC	q_ACS (l/min)
29,45	17,69	23,09	10,06	9,92	76,28	230,19	0,37	0,00
29,45	17,70	23,35	10,13	9,96	75,99	230,03	0,37	0,00
29,45	17,70	23,24	10,13	10,00	75,91	230,44	0,37	0,00
29,45	17,70	23,16	10,24	10,06	75,98	230,46	0,37	0,00
29,44	17,71	23,16	10,23	10,10	75,72	230,05	0,37	0,00
29,43	17,71	23,17	10,21	10,13	75,90	230,08	0,37	0,00
29,45	17,72	23,17	10,25	10,17	75,78	229,98	0,37	0,00
29,44	17,72	23,10	10,35	10,21	75,91	229,68	0,37	0,00
29,45	17,72	23,28	10,28	10,24	75,63	229,55	0,37	0,00
29,44	17,73	22,98	10,46	10,31	75,69	229,44	0,37	0,00
29,44	17,73	23,10	10,36	10,33	75,82	229,61	0,37	0,00
29,42	17,73	23,22	10,48	10,36	75,29	229,56	0,37	0,00
29,44	17,74	23,29	10,50	10,41	75,37	229,64	0,37	0,00
29,42	17,74	23,06	10,57	10,43	75,49	229,63	0,90	0,00
29,42	17,75	23,20	10,67	10,46	75,34	229,52	0,89	0,00
29,42	17,75	23,12	10,69	10,50	75,41	229,67	0,37	0,00
29,42	17,75	23,35	10,68	10,54	75,54	229,57	0,37	0,00
29,40	17,76	23,12	10,74	10,57	75,28	229,68	0,37	0,00
29,42	17,76	23,12	10,69	10,62	75,25	229,84	0,37	0,00
29,41	17,76	23,16	10,79	10,66	75,18	229,89	0,37	0,00
29,41	17,77	23,12	10,75	10,71	75,33	230,05	0,37	0,00
29,39	17,77	23,05	10,86	10,76	75,06	230,26	0,37	0,00
29,38	17,77	23,08	10,90	10,79	75,16	230,23	0,37	0,00
29,40	17,78	23,07	10,88	10,83	75,14	230,36	0,37	0,00
29,39	17,78	23,14	10,78	10,87	74,87	230,44	0,37	0,00
29,40	17,79	23,15	11,04	10,88	75,01	230,59	0,37	0,00
29,37	17,79	23,00	11,04	10,92	74,86	230,71	0,37	0,00
29,39	17,79	23,10	11,07	10,97	74,97	230,78	0,37	0,00

BOMBA DE CALOR



THERMA VTM

Monobloc Type

General Information

Product Data

Design and installation

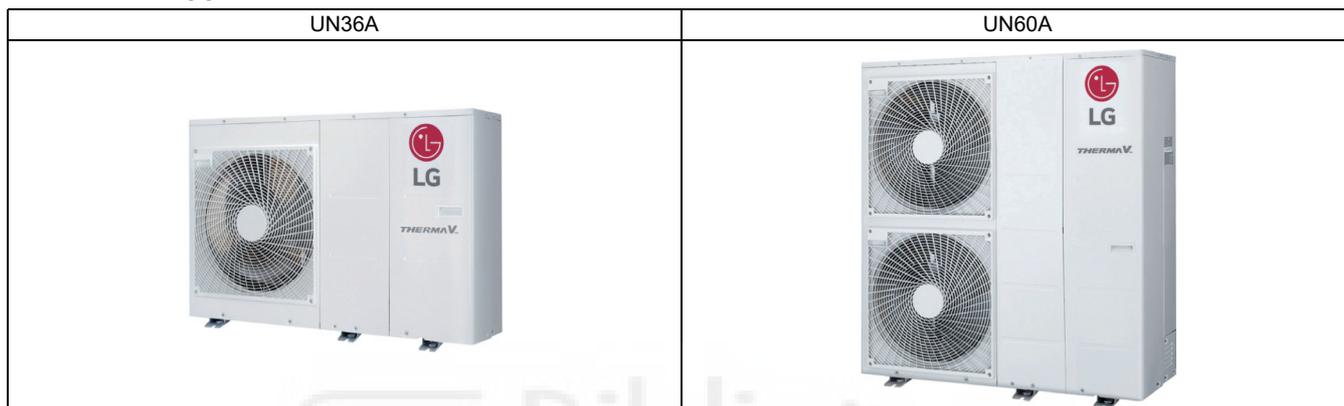


1. Model line up

◆ **Model line up**

Category	Capacity (kW)	Chassis	Model Name
1 Phase Model 1 Ø, 220-240 V, 50 Hz	5.5	UN36A	ZHBW056A1 [HM051MR U44]
	7.0		ZHBW076A1 [HM071MR U44]
	9.0		ZHBW096A1 [HM091MR U44]
	12.0	UN60A	ZHBW126A1 [HM121MR U34]
	14.0		ZHBW146A1 [HM141MR U34]
	16.0		ZHBW166A1 [HM161MR U34]
12.0	ZHBW128A1 [HM123MR U34]		
3 Phase Model 3 Ø, 380-415 V, 50 Hz	14.0		ZHBW148A1 [HM143MR U34]
	16.0		ZHBW168A1 [HM163MR U34]

◆ **External appearance**



2. Nomenclature

■ Factory Model Name

Model Name	ZH	B	W	12	6	A	1
No.	1	2	3	4	5	6	7

No.	Signification
1	ZH : Air-to-Water Heat Pump for R32
2	Classification B : Monobloc
3	Model Type W : Inverter Heat Pump
4	Heating Capacity (kW) Ex) 5 kW : '05', 16 kW : '16'
5	Electrical ratings 6 : 1 Ø, 220-240 V, 50 Hz 8 : 3 Ø, 380-415 V, 50 Hz
6	Function A : General Heating Heat pump
7	Series



2. Specification

■ 1 phase Inverter (5.5 ~ 9 kW)

Nominal Capacity and Nominal Input					ZHBW056A1 [HM051MR U44]	ZHBW076A1 [HM071MR U44]	ZHBW096A1 [HM091MR U44]
-	-	Outdoor Temp. (°C) DB / WB	Leaving Water Temp. (°C)	-			
Capacity	Cooling	35 / 24	18	kW	5.50	7.00	9.00
			7	kW	5.50	7.00	9.00
	Heating	7 / 6	35	kW	5.50	7.00	9.00
			55	kW	5.50	5.50	5.50
		2 / 1	35	kW	4.40	5.60	6.80
Power Input	Cooling	35 / 24	18	kW	1.17	1.56	2.14
			7	kW	1.67	2.19	2.90
	Heating	7 / 6	35	kW	1.17	1.49	1.96
			55	kW	2.04	2.04	2.04
		2 / 1	35	kW	1.22	1.58	1.94
EER	Cooling	35 / 24	18	W/W	4.70	4.50	4.20
			7	W/W	3.30	3.20	3.10
COP	Heating	7 / 6	35	W/W	4.70	4.70	4.60
			55	W/W	2.70	2.70	2.70
			2 / 1	35	W/W	3.60	3.55
SCOP (Low temp. Average Climate)*					4.46	4.48	4.55
SCOP (Medium temp. Average Climate)*					3.20	3.20	3.20
Rated Water Flow Rate (at LWT 35 °C)				LPM	15.8	20.1	25.9

Electrical Specifications			ZHBW056A1 [HM051MR U44]	ZHBW076A1 [HM071MR U44]	ZHBW096A1 [HM091MR U44]
Power Supply		V, Ø, Hz	220-240, 1, 50	220-240, 1, 50	220-240, 1, 50
Peak Control Running Current		A	13.0	14.0	15.0
Rated Running Current	Cooling	A	5.2	6.9	9.5
	Heating	A	5.2	6.6	8.7
Circuit breaker		A	16	20	25
Wiring Connections	Power Supply Cable (included Earth, H07RN-F)	mm ² x cores	4.0 x 3C	4.0 x 3C	4.0 x 3C

Technical Specifications				ZHBW056A1 [HM051MR U44]	ZHBW076A1 [HM071MR U44]	ZHBW096A1 [HM091MR U44]
Sound Power Level	Heating	Day Max.	dB(A)	63	64	64
		Rated	dB(A)	57	57	57
		Low noise	dB(A)	54	55	55
Dimensions	Unit	W x H x D	mm	1,239 x 834 x 330	1,239 x 834 x 330	1,239 x 834 x 330
	Packed Unit	W x H x D	mm	1,364 x 985 x 461	1,364 x 985 x 461	1,364 x 985 x 461
Weight	Unit		kg	89.5	89.5	89.5
	Packed Unit		kg	100.5	100.5	100.5
Exterior	Color		-	Warm Gray	Warm Gray	Warm Gray
	RAL Code		-	RAL 7044	RAL 7044	RAL 7044

Note

- Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification.
- Wiring cable size must comply with the applicable local and national codes. And "Electric characteristics" chapter should be considered for electrical work and design. Especially the power cable and circuit breaker should be selected in accordance with that.
- Sound power level is measured on the rated condition in the accordance with ISO 9614 standard. Therefore, these values can be increased owing to ambient conditions during operation. Rated sound power level is according to the EN12102-1 under conditions of the EN14825
- Performances are accordance with EN14511 and reflect ErP testing conditions. Above gives the declared values at rated conditions acc. ErP regulation. For max. capacities, refer to Performance Data.
 - Rated running current : Outdoor Temp. 7°CDB / 6°CWB, LWT 35 °C
- This product contains Fluorinated greenhouse gases.
 - * : This values are accordance with EN14825.

2. Specification

Technical Specifications (Water side)				ZHBW056A1 [HM051MR U44]	ZHBW076A1 [HM071MR U44]	ZHBW096A1 [HM091MR U44]
Operation Range (Leaving Water Temp.)	Cooling	Min. ~ Max.	°C	5 ~ 27	5 ~ 27	5 ~ 27
	Heating	Min. ~ Max.	°C	15 ~ 65	15 ~ 65	15 ~ 65
	DHW *	Min. ~ Max.	°C	15 ~ 80	15 ~ 80	15 ~ 80
Water Pump	Type	Canned type for hot water circulation				
	Model	UPM3K 20-75 CHBL / GRUNDFOS				
	Motor Type	BLDC				
	Steps of Pumping Performance	Variable speed 10% to 100%				
	Power input (100% Capacity)	Min. / Rated	W	3 / 57	3 / 60	3 / 60
	Water Flow Rate	Min. / Rated	ℓ/min	0 / 15.8	0 / 20.1	0 / 25.9
Water Pump_2	Type	Canned type for hot water circulation				
	Model	ODM-061P / OH SUNG				
	Motor Type	BLDC				
	Steps of Pumping Performance	Variable speed 10% to 100%				
	Power input (100% Capacity)	Min. / Rated	W	17 / 91.0 (55**)	17 / 98.0 (60**)	17 / 110.0 (65**)
	Water Flow Rate	Min. / Rated	ℓ/min	0 / 15.8	0 / 20.1	0 / 25.9
Heat Exchanger	Type	Brazed Plate HEX				
	Quantity	1				
	Number of Plate	EA 52				
	Water Volume	ℓ 0.7				
	Water Flow Rate	Min. / Rated	ℓ/min	13 ~ 70	13 ~ 70	13 ~ 70
Expansion Vessel	Volume	Max.	ℓ	8	8	8
	Water pressure	Max.	bar	3	3	3
		Pre-charged	bar	1	1	1
Flow Sensor	Model	SIKA VVXC9SNBUC00252P				
	Measuring range	Min. ~ Max.	ℓ/min	5~80	5~80	5~80
	Flow (Trigger point)	Min.	ℓ/min	7	7	7
Water Pressure sensor	Model	Sensata OFM(2HMP)				
	Measuring range	Min. ~ Max.	bar(G)	0~20	0~20	0~20
Piping Connections	Inlet	inch Male PT 1" according to ISO 7-1 (tapered pipe threads)				
	Outlet	inch Male PT 1" according to ISO 7-1 (tapered pipe threads)				
Strainer	Mesh size	- 30 mesh 30 mesh 30 mesh				
	Max. particle size	mm 0.6 0.6 0.6				
	Material	- Stainless Steel				
Relief Valve	Pressure Limit	Upper Limit	bar	3.0	3.0	3.0
	Devices for Water Circuit			-	Relief valve / Flow Sensor	
			-	Drain hose		
			-	Pressure Sensor / Air vent		

Note

- Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification.
- Wiring cable size must comply with the applicable local and national codes. And "Electric characteristics" chapter should be considered for electrical work and design. Especially the power cable and circuit breaker should be selected in accordance with that.
- Sound power level is measured on the rated condition in the accordance with ISO 9614 standard. Therefore, these values can be increased owing to ambient conditions during operation. Rated sound power level is according to the EN12102-1 under conditions of the EN14825
- Performances are accordance with EN14511 and reflect ErP testing conditions. Above gives the declared values at rated conditions acc. ErP regulation. For max. capacities, refer to Performance Data.
 - Rated running current : Outdoor Temp. 7°CDB / 6°CWB, LWT 35°C
- This product contains Fluorinated greenhouse gases.
 - * DHW 58~80°C Operating is available only when the booster heater is operating.
 - ** This is the power input in accordance with the 80% pump capacity setting at rated water flow rate. When the OH SUNG pump is set as 80% capacity, it's head is similar to that of the GRUNDFOS pump at rated water flow rate.

2. Specification

Technical Specifications (Refrigerant side)				ZHBW056A1 [HM051MR U44]	ZHBW076A1 [HM071MR U44]	ZHBW096A1 [HM091MR U44]	
Operation Range (Outdoor Temp.)	Cooling	Min. ~ Max.	°C DB	5 ~ 48	5 ~ 48	5 ~ 48	
	Heating	Min. ~ Max.	°C DB	-25 ~ 35	-25 ~ 35	-25 ~ 35	
Compressor	Type			Hermetic Sealed Scroll			
	Model	Model × No.		RJB036MAA × 1			
	Motor Type			BLDC			
	Displacement	cm ³ /Rev.		31.6	31.6	31.6	
Refrigerant	Type			R32	R32	R32	
	GWP (Global Warming Potential)			675.0	675.0	675.0	
	Precharged Amount	g		1,400	1,400	1,400	
	t-CO2 eq.			0.945	0.945	0.945	
	Control			Electronic Expansion Valve			
Refrigerant Oil	Type			FW68D			
	Charged Volume	cc × No.		1,100	1,100	1,100	
Heat Exchanger	Type			Fin & Tube	Fin & Tube	Fin & Tube	
	Quantity			1	1	1	
	Specification	Row	EA		38	38	38
		Column	EA		2	2	2
FPI		EA		18	18	18	
Fan	Type			Propeller			
	Air Flow Rate	Rated	m ³ /min × No.	60.0 × 1	60.0 × 1	60.0 × 1	
Fan Motor	Type			BLDC			
	Output	W × No.		124 × 1	124 × 1	124 × 1	

Note

1. Due to our policy of innovation some specifications may be changed without notification.
2. Wiring cable size must comply with the applicable local and national codes. And "Electric characteristics" chapter should be considered for electrical work and design. Especially the power cable and circuit breaker should be selected in accordance with that.
3. Sound power level is measured on the rated condition in the accordance with ISO 9614 standard.
Therefore, these values can be increased owing to ambient conditions during operation.
Rated sound power level is according to the EN12102-1 under conditions of the EN14825
4. Performances are accordance with EN14511 and reflect ErP testing conditions. Above gives the declared values at rated conditions acc. ErP regulation.
For max. capacities, refer to Performance Data.
 - Rated running current : Outdoor Temp. 7°CDB / 6°CWB, LWT 35°C
5. This product contains Fluorinated greenhouse gases.
 - * DHW 58~80°C Operating is available only when the booster heater is operating.

FANCOIL



Fan Coil Conducto Media Presión DC

Manual de instalación y Requisitos de información

MUCM-W7



EN: "Installation and owner's manual" see www.mundoclima.com/en
FR: "Manual d'utilisation et d'installation" voir www.mundoclima.com/fr
DE: "Benutzer- und Installationshandbuch" sehen www.mundoclima.com/de
PT: "Manual de instalação e do utilizador" ver www.mundoclima.com/pt



10. CABLEADO



PRECAUCIÓN

El aire acondicionado debe usar una alimentación separada con la tensión especificada.

La alimentación externa al aire acondicionado debe tener conexión a tierra que debe estar conectada a los cables de la unidad.

La instalación eléctrica la debe realizar especialistas teniendo en cuenta las regulaciones del cableado.

Las conexiones fijas de los cables deben estar equipadas con los dispositivos de desconexión con al menos 3 mm de separación. La unidad se debe instalar teniendo en cuenta las regulaciones nacionales vigentes sobre el cableado.

Asegúrese de que los cables eléctricos y de señal no tengan interferencias. No conecte la unidad a la corriente hasta que haya comprobado cuidadosamente que todos los cables están bien conectados.

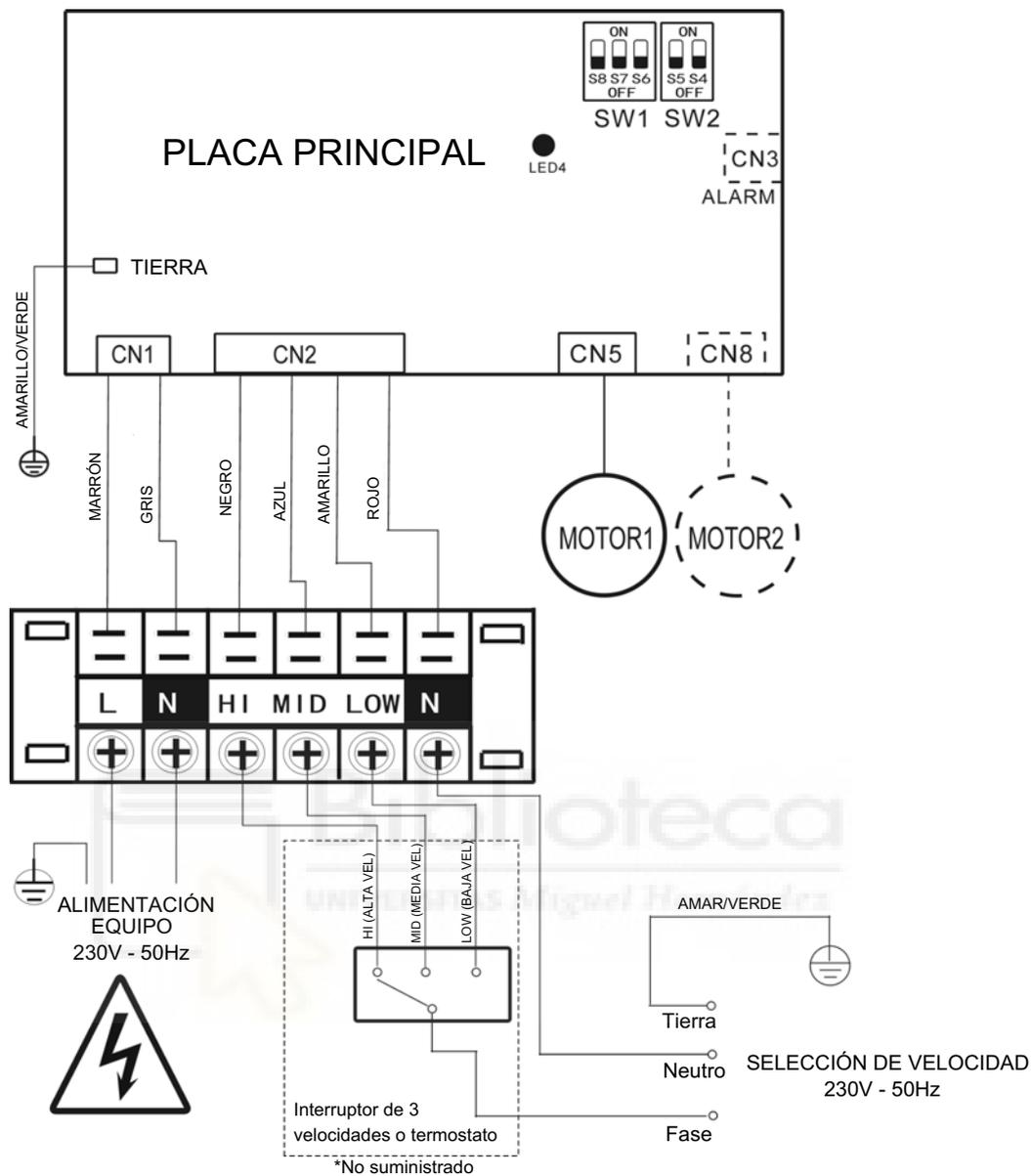
La temperatura del circuito puede ser alta, mantenga el cableado alejado de la tubería.

Tabla 10-1

MODELO		TODO
ALIMENTACIÓN	FASE	1 fase
	FRECUENCIA Y VOLTAJE	220-240V~ 50Hz
INTERRUPTOR MANGNETOTÉRMICO/FUSIBLE (A)		10/10
CABLEADO DE LA UNIDAD INTERIOR (mm ²)	MENOS DE 20 m	3 x 1 mm
	MENOS DE 50 m	3 x 2,5 mm

El tipo de cable de alimentación es H05RN-R o H07RN-F o superior.

10.1 Esquema Eléctrico



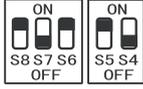
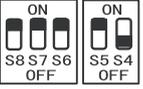
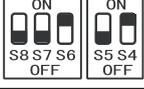
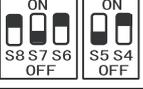
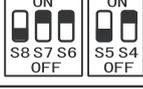
NOTA:

El equipo se debe alimentar por L - N con 230V - 50Hz (ALIMENTACIÓN EQUIPO).

Por otro lado para que el equipo arranque con una de las 3 velocidades se debe seleccionar la velocidad deseada mediante una señal de 230V - 50Hz (SELECCIÓN DE VELOCIDAD).

10.2 La presión estática del ventilador de DC se establece en 50 Pa al salir de fábrica. Los clientes pueden modificar la presión estática de acuerdo con cada instalación.

Tabla de selección de la presión estática :

Presión / Modelo	12Pa	30Pa	50Pa (por defecto)
MUCM-15-W7			
MUCM-19-W7			
MUCM-27-W7			
MUCM-30-W7			
MUCM-36-W7			
SIN AJUSTE			

Nota: Puede ver las curvas de rendimiento del ventilador en la página 12.

11. ERRORES Y PROTECCIONES

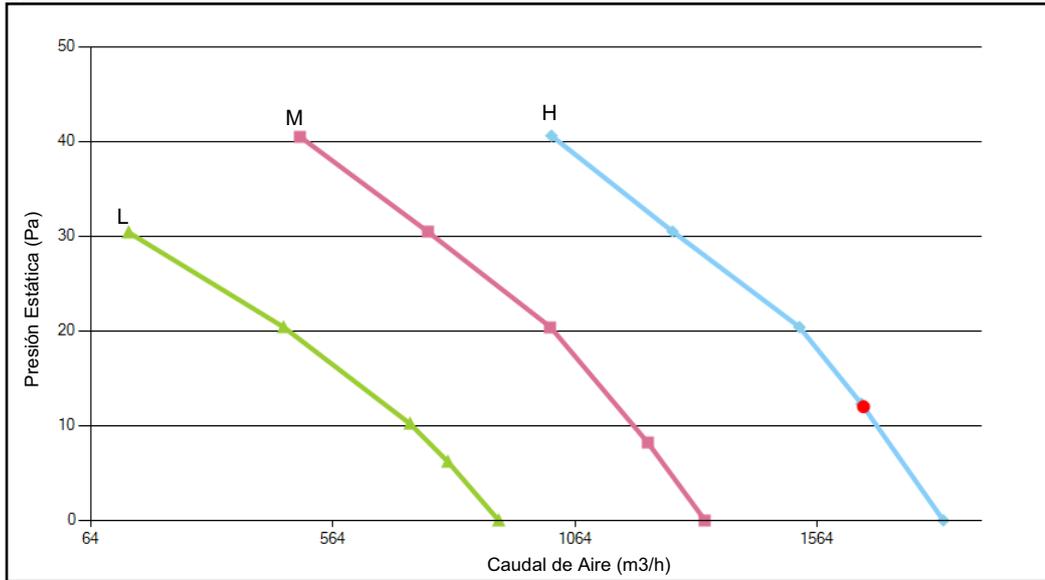
Cuando la unidad está sujeta a fallos, el LED correspondiente de la placa principal parpadeará. Tabla de códigos de error y protección:

Nº	TIPO DE AVERÍAS	DESCRIPCIÓN
1	<i>El LED parpadea 4 veces (frecuencia de parpadeo 0,5 s y 2 s parado)</i>	<i>Fallo del motor ventilador</i>
2	<i>El LED parpadea continuamente (frecuencia de parpadeo 0,5 s)</i>	<i>Modelo no configurado</i>

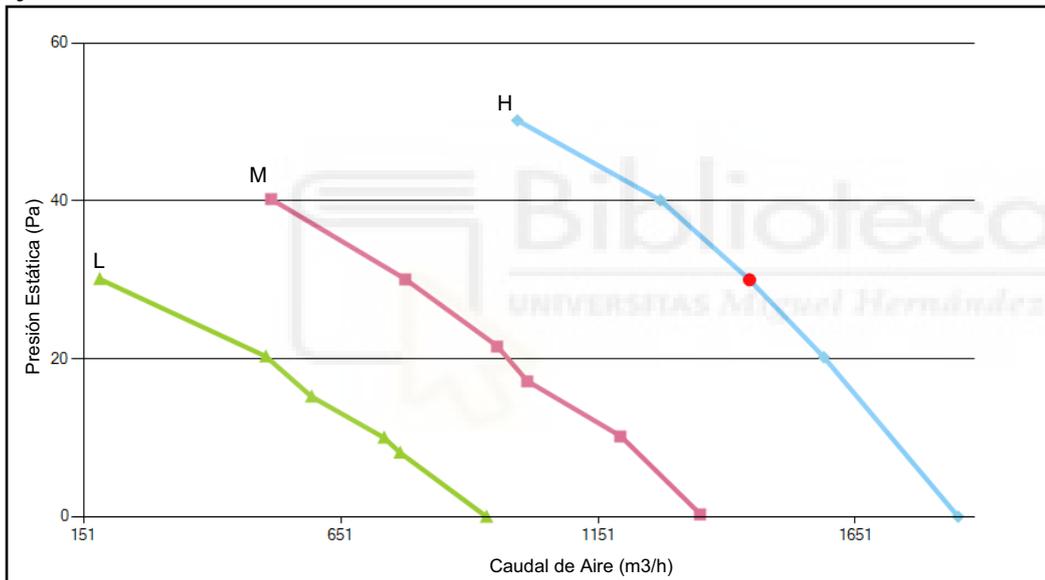
El nivel de presión acústica ponderado A está por debajo de 70 dB.

MUCM-30-W7

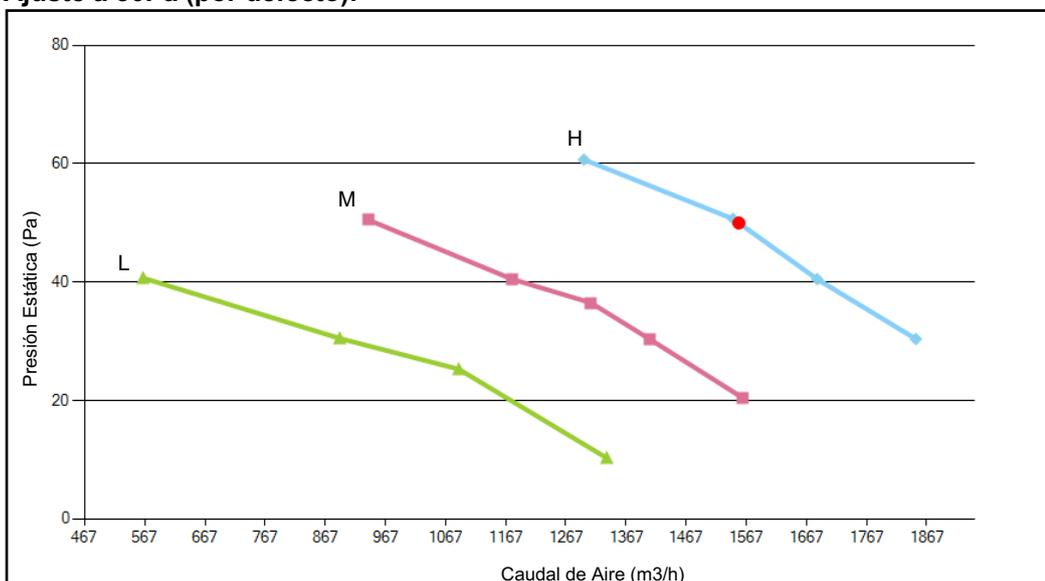
Ajuste a 12Pa:



Ajuste a 30Pa:



Ajuste a 50Pa (por defecto):



REQUISITOS DE INFORMACIÓN

REGLAMENTO (UE) 2016/2281 DE LA COMISIÓN

Datos de contacto: SALVADOR ESCODA SA, PROVENZA 392 P2, 08025 BARCELONA (ESPAÑA), +34 93 446 27 80

Requisitos de información para ventiloconvectores:

Modelo	MUCM-15-W7		
Elemento	Símbolo	Valor	Unidad
Potencia de refrigeración (sensible)	$P_{rated,c}$	3,5*	kW
Potencia de refrigeración (latente)	$P_{rated,c}$	0,96*	kW
Potencia de calefacción	$P_{rated,h}$	5,27**	kW
Potencia eléctrica total utilizada	P_{elec}	0,039	kW
Nivel de potencia acústica (por velocidad, si procede)	L_{WA}	56/48/41	dB

Modelo	MUCM-19-W7		
Elemento	Símbolo	Valor	Unidad
Potencia de refrigeración (sensible)	$P_{rated,c}$	4,49*	kW
Potencia de refrigeración (latente)	$P_{rated,c}$	1,36*	kW
Potencia de calefacción	$P_{rated,h}$	6,62**	kW
Potencia eléctrica total utilizada	P_{elec}	0,049	kW
Nivel de potencia acústica (por velocidad, si procede)	L_{WA}	57/49/42	dB

Modelo	MUCM-27-W7		
Elemento	Símbolo	Valor	Unidad
Potencia de refrigeración (sensible)	$P_{rated,c}$	6,19*	kW
Potencia de refrigeración (latente)	$P_{rated,c}$	1,83*	kW
Potencia de calefacción	$P_{rated,h}$	9,15**	kW
Potencia eléctrica total utilizada	P_{elec}	0,06	kW
Nivel de potencia acústica (por velocidad, si procede)	L_{WA}	58/49/42	dB

Modelo	MUCM-30-W7		
Elemento	Símbolo	Valor	Unidad
Potencia de refrigeración (sensible)	$P_{rated,c}$	7,33*	kW
Potencia de refrigeración (latente)	$P_{rated,c}$	1,63*	kW
Potencia de calefacción	$P_{rated,h}$	10,74**	kW
Potencia eléctrica total utilizada	P_{elec}	0,096	kW
Nivel de potencia acústica (por velocidad, si procede)	L_{WA}	62/54/45	dB

Modelo	MUCM-36-W7		
Elemento	Símbolo	Valor	Unidad
Potencia de refrigeración (sensible)	$P_{rated,c}$	8,84*	kW
Potencia de refrigeración (latente)	$P_{rated,c}$	1,95*	kW
Potencia de calefacción	$P_{rated,h}$	12,62**	kW
Potencia eléctrica total utilizada	P_{elec}	0,106	kW
Nivel de potencia acústica (por velocidad, si procede)	L_{WA}	62/54/45	dB

* capacidad de refrigeración en las condiciones: entrada de aire 27°C BS / 19°C BH, temperatura de agua entrada/salida 7/12°C, velocidad del ventilador alta.

** capacidad de calefacción en las condiciones: entrada de aire 20°C BS, temperatura de agua entrada/salida 45/40°C, velocidad del ventilador alta.

SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS



Guía del usuario

Keysight DAQ970A Sistema de adquisición



Breve descripción del panel frontal



Etiqueta	Descripción
1	Puerto USB
2	Interruptor de encendido/en espera con indicador LED
3	Pantalla
4	Teclas de función
5	Menú de operación de medición (para controlar el inicio de las mediciones)
6	Menú de configuración de mediciones (para configurar los parámetros para las mediciones)
7	Perilla
8	Teclado de navegación del cursor

Teclas del panel frontal

NOTA

Presione la tecla **Save Recall** para que el instrumento vuelva al control local cuando este se encuentra en control remoto (lo muestra el indicador **RMT**).

1 Introducción al Instrumento

Indicadores del instrumento

La siguiente tabla muestra los distintos indicadores que están disponibles en el DAQ970A. Los indicadores se mostrarán en la parte superior de la pantalla cuando se cumplan las condiciones correspondientes.

Indicador	Descripción
	<ul style="list-style-type: none">El modo Monitor está habilitado.
	<ul style="list-style-type: none">ALARMA : las alarmas están presentes en la lista de alarmas.H1234L : se ha producido una condición de alarma alta o baja.
	<ul style="list-style-type: none">El DMM interno está deshabilitado. El instrumento está configurado para un intervalo de escaneo externo cuando el DMM está desactivado.
	<ul style="list-style-type: none">Flujo excesivo de 100,000 lecturas en la memoria de lectura. Las nuevas lecturas sobrescribirán las lecturas más antiguas.
	<ul style="list-style-type: none">Se inserta una unidad USB en el puerto de host USB del panel frontal.
	<ul style="list-style-type: none">El instrumento está en modo remoto (interfaz remota).
	<ul style="list-style-type: none">Los errores están presentes en la cola de errores. Presione [View] > Errors para ver la lista de errores.



Breve descripción del panel posterior



Etiqueta	Descripción
1	Identificador de ranura (100, 200, 300)
2	Entrada de disparo externo, salidas de alarma, entrada avanzada de canal y salida de cierre de canal
3	Entrada de suministro eléctrico de CA
4	Traba de cable del instrumento
5	Conector de interfaz LAN
6	Tornillo de conexión a tierra del chasis
7	Conector de interfaz USB

1 Introducción al Instrumento

Breve descripción de los módulos plug-in

El DAQ970A ofrece una selección completa de módulos plug-in para proporcionar medición, conmutación y capacidades de control de gran calidad. Para obtener más detalles, consulte la [Descripción general del módulo](#).

Los módulos compatibles en el DAQ970A son:

- Módulo Multiplexor FET de 20 canales DAQM900A
- Módulo Multiplexor Armature de 20 canales DAQM901A
- Módulo Multiplexor Reed de 16 canales DAQM902A
- Módulo de conmutación/Accionador de uso general de 20 canales DAQM903A
- Módulo de conmutación Matrix de dos cables 4x8 DAQM904A
- Módulo Multiplexor (50 Ω) RF 1:4 doble DAQM905A
- Módulo multifunción DAQM907A
- Módulo Multiplexor de terminación única de 40 canales DAQM908A

NOTA

Consulte la hoja de datos del producto en <http://literature.cdn.keysight.com/litweb/pdf/5992-3168EN.pdf> para obtener especificaciones completas sobre todos los módulos compatibles.



2 Inicio Rápido

Preparación del instrumento para su uso

Controle si recibió los siguientes elementos. Si falta algo, póngase en contacto con la oficina de ventas de Keysight más cercana o con un distribuidor autorizado de Keysight.

- Cable de alimentación (para el país de destino)
- Certificado de calibración (opcional)
- Paquete de documentación complementaria
- Cable USB 2.0
- Un termopar tipo J y un destornillador de punta plana.
- CD con el software Keysight IO Libraries Suite

El software Keysight BenchVue Data Acquisition (DAQ) se puede descargar desde www.keysight.com/find/benchvue.

Cualquier módulo plug-in que haya pedido se entrega en un embalaje separado. También se incluye un kit de cable adicional (50 Ω) cuando ordena el Módulo Multiplexor RF 1:4 doble DAQM905A (50 Ω).

La documentación más reciente del producto está disponible en www.keysight.com/find/DAQ970Amanuals.



Conexión e instalación del cableado del módulo

ADVERTENCIA Para evitar descargas eléctricas, use solo cables que estén clasificados para el voltaje máximo aplicado a cualquier canal.

Antes de quitar la cubierta de un módulo, apague la alimentación de los dispositivos externos que estén conectados a este.

Cuando cualquier canal está conectado a una fuente de voltaje peligrosa, todos los canales en el módulo deben considerarse peligrosos.

Cuando cualquier canal está conectado a una fuente de voltaje peligrosa, todo el cableado del canal en el módulo se debe clasificar conforme al voltaje máximo aplicado.

Cuando cualquier canal está conectado a una fuente de voltaje peligrosa, los termopares conectados a cualquier otro canal en el módulo deben tener una clasificación de aislamiento conforme al voltaje máximo, o tener un aislamiento adicional conforme al voltaje máximo, y se aislarán de las partes conductoras con cinta o compuesto térmico apto para el voltaje máximo aplicado.

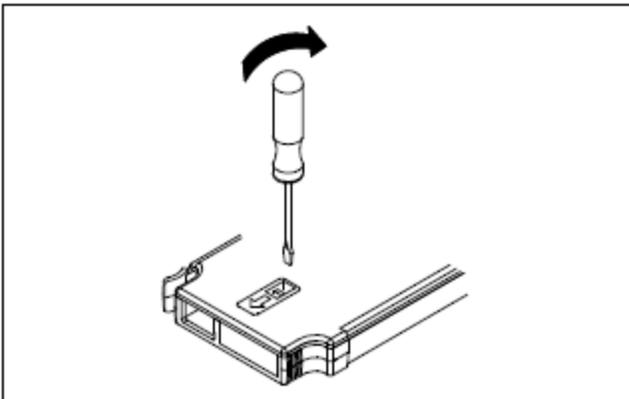
No monte, mueva ni retire ningún termopar cuando el dispositivo bajo prueba esté conectado a una fuente de señal.

Cuando cualquier canal está conectado a una fuente de voltaje peligrosa, el instrumento y el dispositivo bajo prueba se deben supervisar. Para ello, se deben seguir las prácticas locales de EHS para restringir el acceso.

PRECAUCIÓN Durante el encendido, cualquier acción para instalar o desinstalar los módulos desde el panel posterior reiniciará el instrumento.

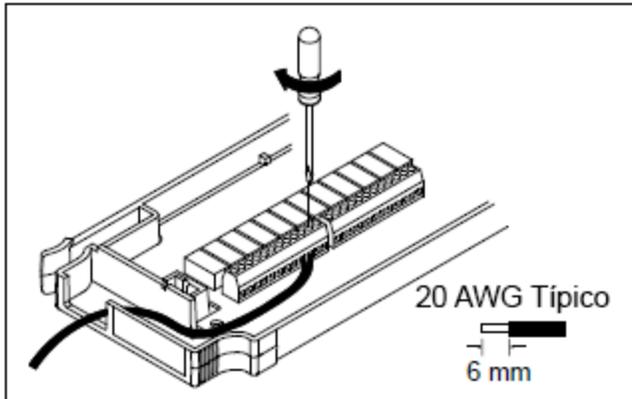
Para conectar el cableado a un módulo e instalarlo en el panel posterior del instrumento, siga los cinco pasos que se muestran a continuación:

1. Con un destornillador de punta plana, empuje hacia adelante para separar la cubierta del módulo.

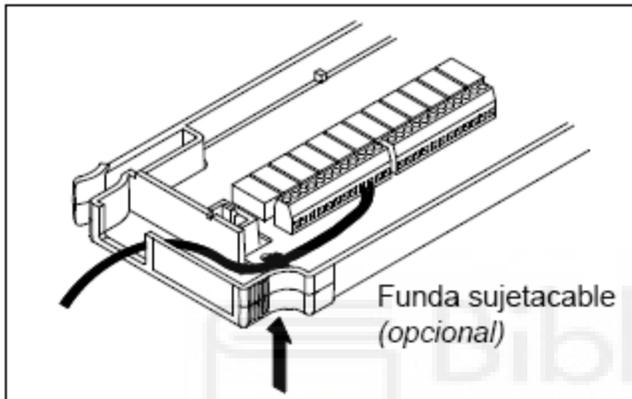


2 Inicio Rápido

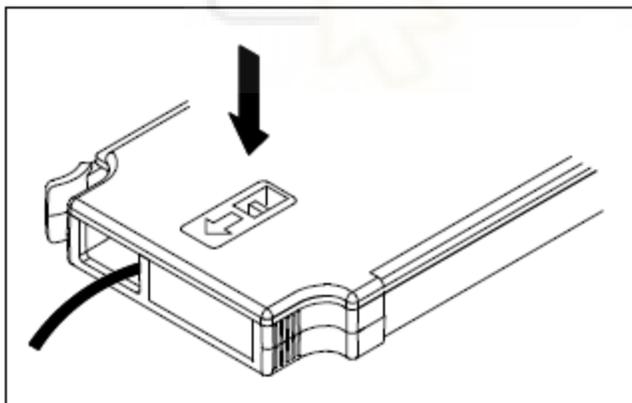
2. Conecte el cableado al destornillador.



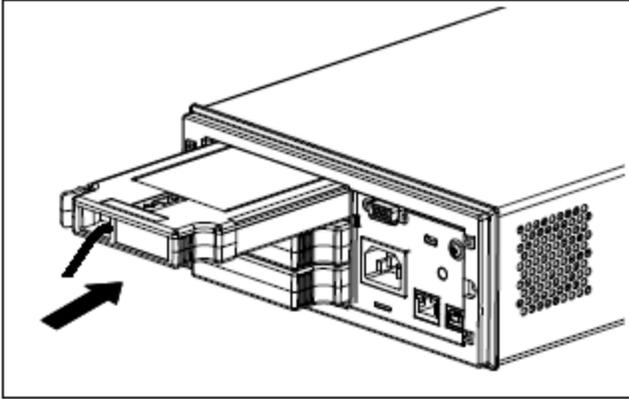
3. Pase el cableado a través del anillo pasacables.



4. Vuelva a colocar la cubierta del módulo.



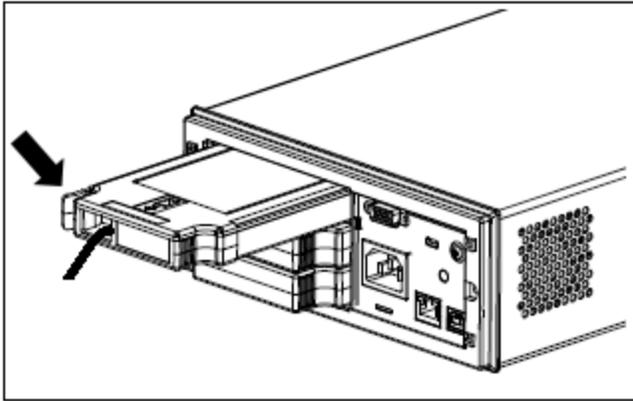
5. Instale el módulo en el instrumento (en el panel posterior).



2 Inicio Rápido

Desinstalar el módulo

Para desenchufar o reemplazar cualquier módulo, empuje hacia adentro el clip ubicado en la parte posterior izquierda del módulo y luego quítelo del panel posterior.



BOMBA DE AGUA



Contar	Descripción
--------	-------------

1

ALPHA3 32-80 180



Advierta! la foto puede diferir del actual producto

Código: [99371965](#)

Circuladora de alta eficiencia con rotor encapsulado, diseñada para la circulación de líquidos en sistemas de calefacción. Con un excelente índice de eficiencia energética (EEI), muy por debajo del punto de referencia de la ErP, garantiza un importante ahorro energético.

La bomba ALPHA3 lleva incorporada radio por Bluetooth y se puede controlar por completo mediante un dispositivo inteligente a través de la aplicación Grundfos GO Remote. Ofrece asistencia paso a paso para la configuración, el mantenimiento y la puesta en marcha de la bomba.

La ALPHA3 se comunica directamente con la aplicación Grundfos GO Balance, que permite a los instaladores llevar a cabo un equilibrado hidráulico rápido y sencillo.

La función AUTOADAPT integrada en el modo por radiador y por suelo radiante adapta de forma continua el rendimiento de la bomba a la demanda calorífica real, es decir, al tamaño del sistema y a la cambiante demanda de calor.

La función AUTOADAPT encontrará el ajuste apropiado para ofrecer un confort óptimo con un consumo energético mínimo.

Esto también garantiza una puesta en marcha rápida, segura y sencilla.

Funciones

-

Modo radiador con AUTOADAPT: la opción más sencilla para sistemas de calefacción por radiador de dos cadenas

Modo por suelo radiante con AUTOADAPT: la opción más sencilla para sistemas de calefacción por suelo radiante

Modo combinado por radiador y suelo radiante para sistemas con una combinación de sistemas de calefacción

Para el modo de programación y verano, un reloj permite seleccionar en tiempo real cuándo debe funcionar la bomba y cuándo ahorrar energía

Interfaz de usuario sencilla: la bomba se maneja por completo desde la aplicación Grundfos GO Remote

Alarma y registro de avisos con asistencia a través de Grundfos Go Remote
Sin necesidad de protección externa del motor, reduciendo así el tiempo de instalación

El arranque con un elevado par motor mejora el encendido en condiciones duras

Protección contra funcionamiento en seco durante el encendido y el funcionamiento normal

Sin necesidad de mantenimiento gracias al diseño de rotor encapsulado y uso de componentes sólidos

El conector ALPHA permite una instalación eléctrica rápida y sencilla

Las carcasas de aislamiento se suministran con las bombas para minimizar la pérdida de calor en los sistemas de calefacción.

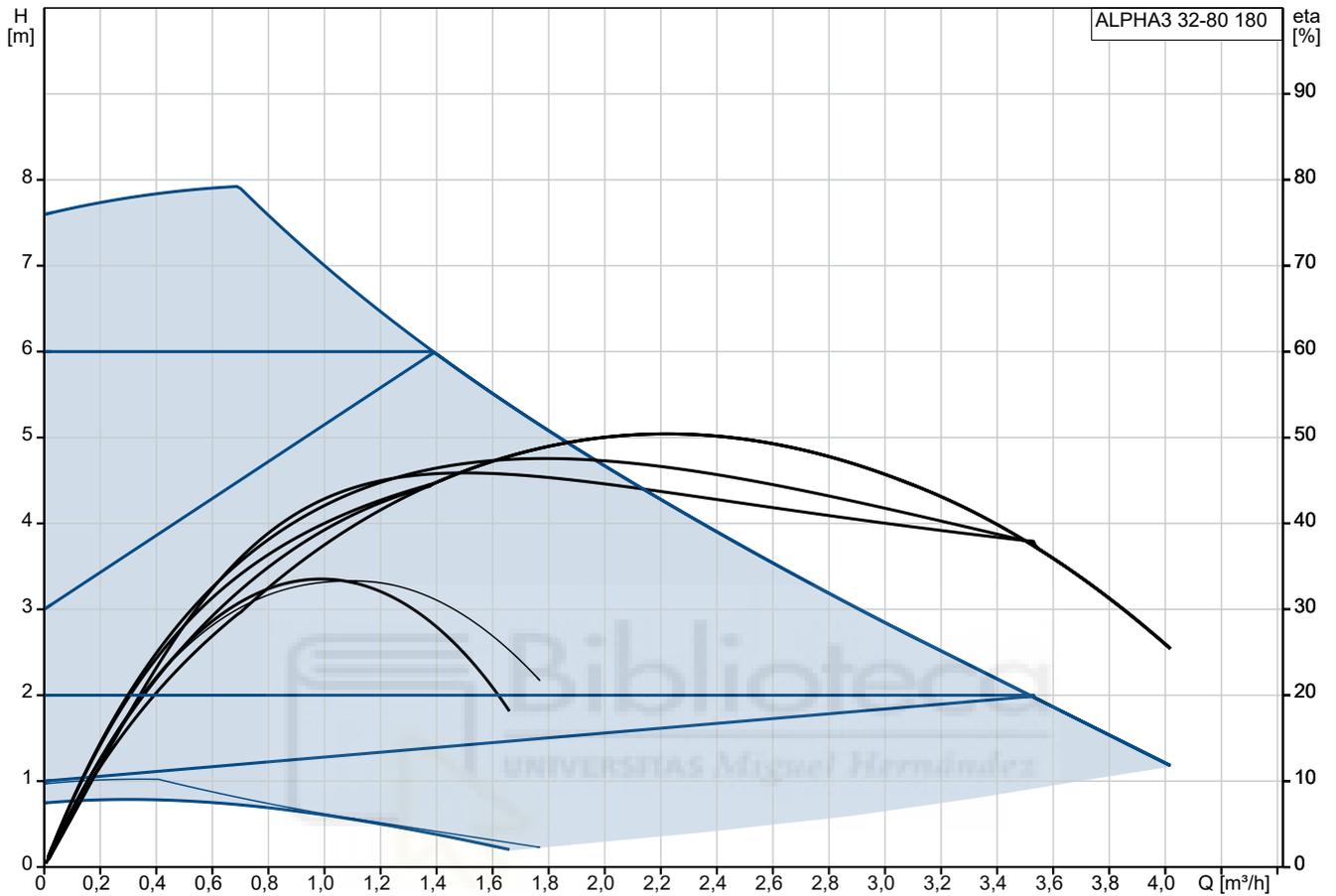
Además, la bomba también cuenta con tres modos de control con ajuste progresivo del punto de ajuste, que permite ajustar la configuración de la bomba en un punto determinado de trabajo

Contar	Descripción
1	<ul style="list-style-type: none"> • Control de presión proporcional Control de presión constante Modo de curva constante <p>La pantalla muestra el consumo real de potencia en vatios o el caudal real en m³/h. Los LED indican el estado actual de funcionamiento.</p> <p>El diseño de la bomba y los materiales seleccionados contribuyen a una vida útil más larga. La bomba es autopurgante a través del sistema, lo que contribuye a una puesta en marcha sencilla. Su diseño compacto, que cuenta con un cabezal de la bomba que lleva una caja de control integrada, se adapta a las instalaciones más habituales. La bomba y el motor forman una unidad integral sin cierre. Los rodamientos se lubrican con el líquido bombeado. Estas características constructivas garantizan un funcionamiento que no requiere mantenimiento.</p> <p>La carcasa de la bomba está hecha de hierro fundido. La carcasa de la bomba y el cabezal de la bomba están galvanizados para mejorar la resistencia a la corrosión.</p> <p>El motor es de imanes permanentes, caracterizado por su alta eficiencia. La velocidad de la bomba está controlada por un convertidor de frecuencia integrado, que va incorporado en la caja de control.</p> <p>El punto de referencia para las circuladoras más eficientes es IEE ≤ 0,20.</p> <p>Líquido: Líquido bombeado: Agua Rango de temperatura del líquido: 2 .. 110 °C Temperatura del líquido durante el funcionamiento: 60 °C Densidad: 983.2 kg/m³</p> <p>Técnico: Caudal nominal: 1.98 m³/h Altura nominal: 4.76 m Clase TF: 110 Homologaciones: VDE,CE,EAC,SEPRO</p> <p>Materiales: Cuerpo hidráulico: Fundición Carcasa de la bomba: EN 1561 EN-GJL-150 ASTM A48M-150B</p> <p>Impulsor: Composite PES 30% GF + PESU-GF20%</p> <p>Instalación: Rango de temperaturas ambientes: 0 .. 40 °C Presión de trabajo máxima: 10 bar Tipo de conexión: G Tamaño de la conexión: 2 inch Presión nominal para la conexión: PN 10 Longitud puerto a puerto: 180 mm</p> <p>Datos eléctricos: Potencia de entrada mínima - P1: 3 W Potencia de entrada P1: 50 W Frecuencia de red: 50 / 60 Hz Tensión nominal: 1 x 230 V Consumo de intensidad máximo: 0.04 .. 0.44 A Grado de protección (IEC 34-5): X4D Clase de aislamiento (IEC 85): F Protección de motor integrada: NONE</p>

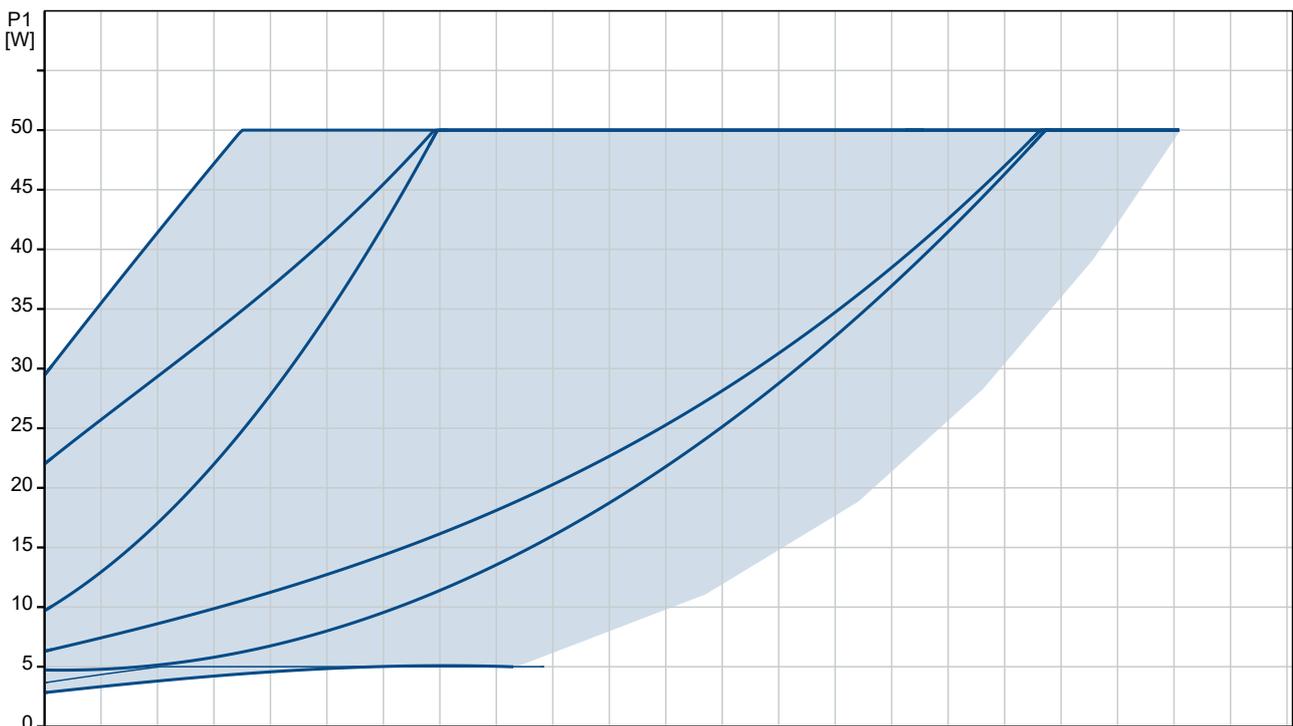
Contar	Descripción
1	Otros: Energía (EEI): 0.18 Posición de caja de conexiones: 6 H Peso neto: 2.17 kg Peso bruto: 2.33 kg Volumen de transporte: 0.004 m ³ VVS danés n.º: 380474380 RSK sueco n.º: 5758797 País de origen.: DK Tarifa personalizada n.º: 84137030



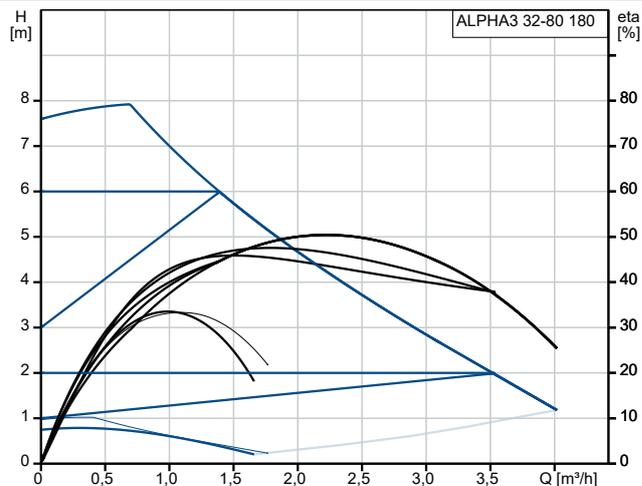
99371965 ALPHA3 32-80 180



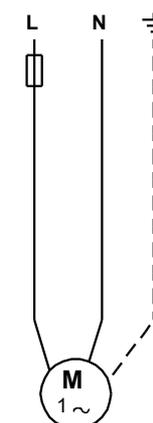
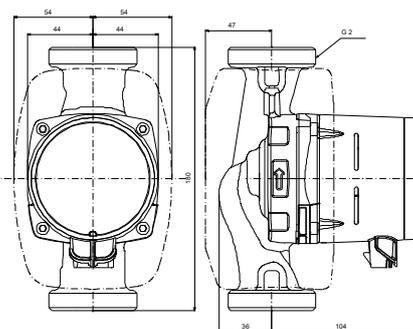
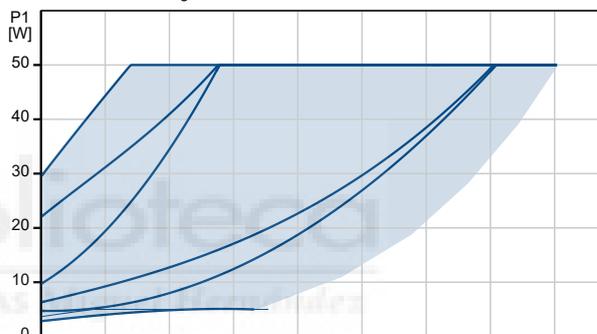
Líquido bombeado = Agua
 Temperatura del líquido durante el funcionamiento = 60 °C
 Densidad = 983.2 kg/m³



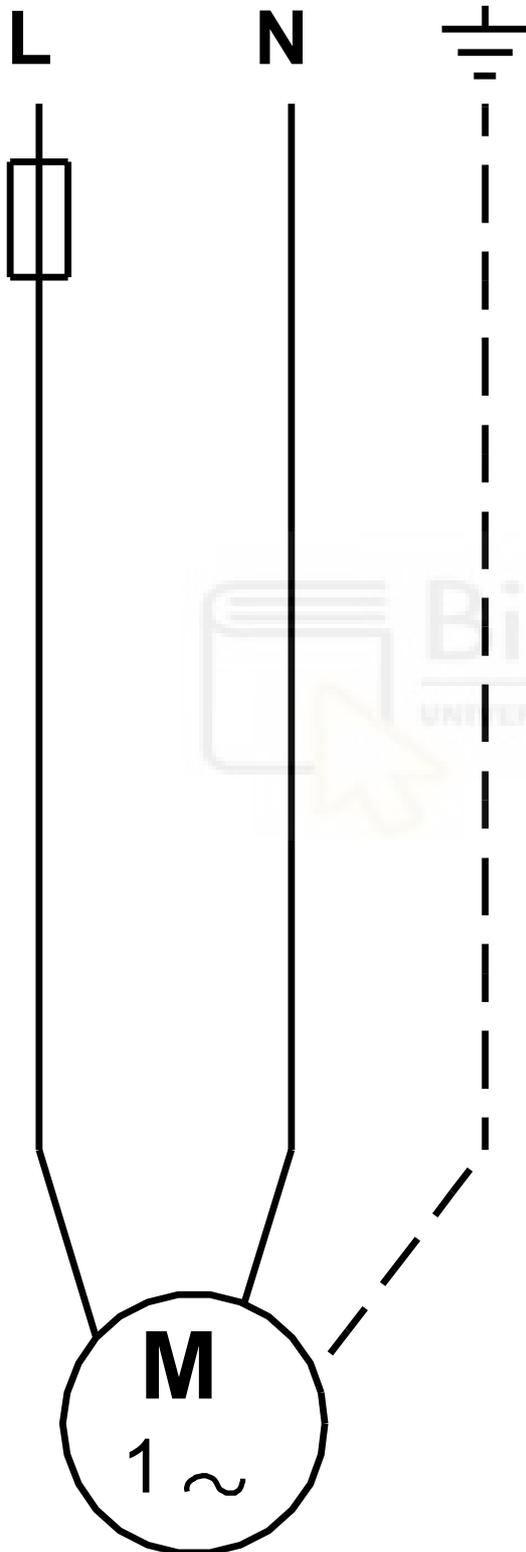
Descripción	Valor
Información general:	
Producto::	ALPHA3 32-80 180
Código::	99371965
Número EAN::	5713828026736
Precio:	EUR 1175
Técnico:	
Caudal nominal:	1.98 m³/h
Altura nominal:	4.76 m
Altura máxima:	80 dm
Clase TF:	110
Homologaciones:	VDE,CE,EAC,SEPRO
Modelo:	B
Materiales:	
Cuerpo hidráulico:	Fundición
Carcasa de la bomba:	EN 1561 EN-GJL-150
Carcasa de la bomba:	ASTM A48M-150B
Impulsor:	Composite
Impulsor:	PES 30% GF + PESU-GF20%
Instalación:	
Rango de temperaturas ambientes:	0 .. 40 °C
Presión de trabajo máxima:	10 bar
Tipo de conexión:	G
Tamaño de la conexión:	2 inch
Presión nominal para la conexión:	PN 10
Longitud puerto a puerto:	180 mm
Líquido:	
Líquido bombeado:	Agua
Rango de temperatura del líquido:	2 .. 110 °C
Temperatura del líquido durante el funcionamiento:	60 °C
Densidad:	983.2 kg/m³
Datos eléctricos:	
Potencia de entrada mínima - P1:	3 W
Potencia de entrada P1:	50 W
Frecuencia de red:	50 / 60 Hz
Tensión nominal:	1 x 230 V
Consumo de intensidad máximo:	0.04 .. 0.44 A
Grado de protección (IEC 34-5):	X4D
Clase de aislamiento (IEC 85):	F
Protección de motor integrada:	NONE
Protec. térmica:	ELEC
Paneles control:	
Nocturno auto.:	función de ahorro nocturno automática incluida
Otros:	
Energía (EEI):	0.18
Posición de caja de conexiones:	6 H
Peso neto:	2.17 kg
Peso bruto:	2.33 kg
Volumen de transporte:	0.004 m³
VVS danés n.º:	380474380
RSK sueco n.º:	5758797
País de origen.:	DK
Tarifa personalizada n.º:	84137030



Líquido bombeado = Agua
Temperatura del líquido durante el funcionamiento = 60 °C
Densidad = 983.2 kg/m³



99371965 ALPHA3 32-80 180



¡Nota!Uds en [mm] a menos que otras estén expresadas

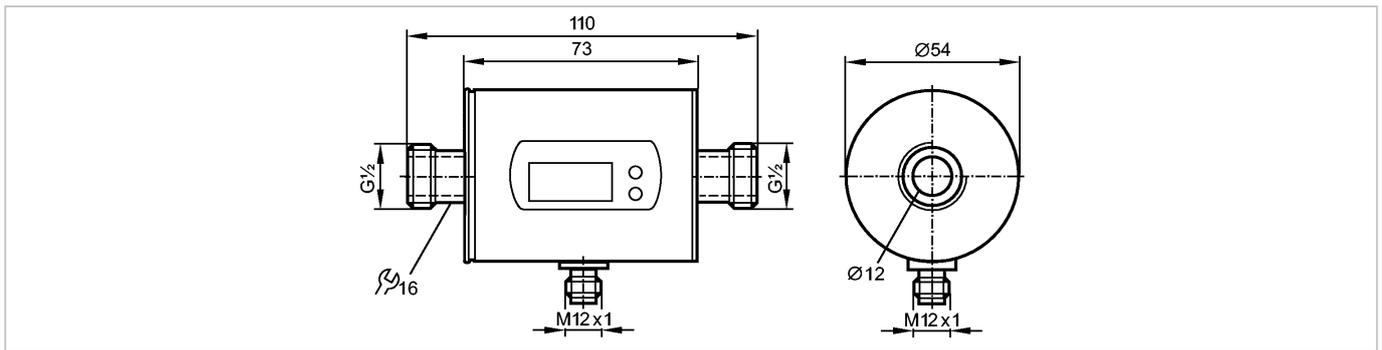
CAUDALÍMETRO



SM6000

SMR12GGXFRKG/US-100

Flow sensors



Made in Germany

Product characteristics

Magnetic-inductive flow meter

Connector

Process connection: G $\frac{1}{2}$ flat seal

connection to pipe by means of an adapter

Function programmable

Totaliser function

2 outputs

OUT1 = flow monitoring (binary), flow rate meter (pulse), preset meter (binary)

OUT2 = flow monitoring or temperature monitoring (analogue or binary)

Input for counter reset

Measuring range

0.1...25 l/min

Application

Application	Conductive liquids (conductivity: $\geq 20 \mu\text{S/cm}$ / viscosity: $< 70 \text{ mm}^2/\text{s}$ at 40°C)
Pressure rating [bar]	16
Medium temperature [°C]	-10...70

Electrical data

Electrical design	DC PNP/NPN
Operating voltage [V]	19...30 DC ¹⁾
Current consumption [mA]	120
Insulation resistance [M Ω]	> 100 (500 V DC)
Protection class	III
Reverse polarity protection	yes

Outputs

Output function	OUT1: normally open / closed programmable or pulse OUT2: normally open / closed programmable or analogue (4...20 mA / 0...10 V, scaleable)
Current rating [mA]	2 x 200
Voltage drop [V]	< 2
Short-circuit protection	pulsed
Overload protection	yes
Analogue output	4...20 mA; 0...10 V
Max. load [Ω]	500
Min. load [Ω]	2000
Pulse output	flow rate meter

SM6000

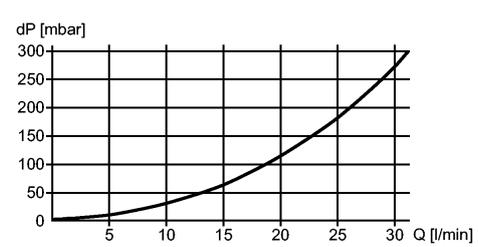
SMR12GGXFRKG/US-100

Flow sensors

Measuring / setting range

Flow monitoring		
Measuring range	0.10...25.00 l/min	0.005...1.500 m³/h
Display range	-30...30 l/min	-1.8...1.8 m³/h
Resolution	0.05 l/min	0.005 m³/h
Set point, SP	0.25...25.00 l/min	0.015...1.500 m³/h
Reset point, rP	0.10...24.90 l/min	0.005...1.495 m³/h
Analogue start point, ASP	0.00...20.00 l/min	0.000...1.200 m³/h
Analogue end point, AEP	5.00...25.00 l/min	0.300...1.500 m³/h
in steps of	0.05 l/min	0.005 m³/h
Volumetric flow quantity monitoring		
Pulse value	0.01 l...30 000 m³	
Pulse length [s]	0.01...2	
Temperature monitoring		
Measuring range [°C]	-20...80	
Resolution [°C]	0.2	
Set point, SP [°C]	-19.2...80.0	
Reset point, rP [°C]	-19.6...79.6	
Analogue start point, ASP [°C]	-20.0...60.0	
Analogue end point, AEP [°C]	0.0...80.0	
in steps of [°C]	0.2	

Accuracy / deviations

Flow monitoring		
Accuracy	± (2% MW + 0.5% MEW)	
Repeatability	± 0.2% MEW	
Pressure loss (dP) / flow rate (Q)		
Temperature monitoring		
Accuracy [K]	± 2.5 (Q > 1 l/min)	

Reaction times

Power-on delay time [s]	5	
Flow monitoring		
Start-up delay [s]	0...50	
Response time [s]	< 0.150 (dAP = 0)	
Damping, dAP [s]	0.0...5.0	
Temperature monitoring		
Response time [s]	T09 = 30 (Q > 1 l/min)	

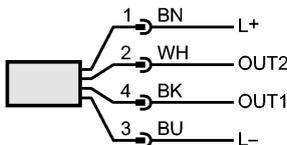
Software / programming

Programming options	hysteresis / window function; N.O. / N.C; output polarity; current / voltage / pulse output; start-up delay; display can be deactivated; display unit
---------------------	---

SM6000

SMR12GGXFRKG/US-100

Flow sensors

Environment	
Ambient temperature [°C]	-10...60
Storage temperature [°C]	-25...80
Protection	IP 67
Tests / approvals	
Pressure equipment directive	Article 3, section 3 - sound engineering practice
EMC	EN 61000-4-2 ESD: 4 kV CD / 8 kV AD EN 61000-4-3 HF radiated: 10 V/m EN 61000-4-4 Burst: 2 kV EN 61000-4-5 Surge: 0.5 kV EN 61000-4-6 HF conducted: 10 V
Shock resistance	DIN IEC 68-2-27: 20 g (11 ms)
Vibration resistance	DIN IEC 68-2-6: 5 g (10...2000 Hz)
MTTF [Years]	156
Mechanical data	
Process connection	G½ flat seal
Materials (wetted parts)	stainless steel 316L / 1.4404; PEEK (polyether ether ketone); FKM
Housing materials	stainless steel 316L / 1.4404; PBT-GF 20; PC; EPDM/X
Weight [kg]	0.538
Displays / operating elements	
Display	Display unit 6 x LED green (l/min, m³/h, l, m³, 10³, °C) Switching status 2 x LED yellow Measured values 4-digit alphanumeric display Programming 4-digit alphanumeric display
Electrical connection	
Connection	M12 connector; Gold-plated contacts
Wiring Core colours BK black BN brown BU blue WH white	
	Colours to DIN EN 60947-5-6 ----- OUT1: 3 selection options switching output flow rate monitoring pulse output quantity meter signal output preset counter ----- OUT2: 5 selection options switching output flow rate monitoring switching output temperature monitoring analogue output flow rate analogue output temperature Input for counter reset
Remarks	
Remarks	1) to EN50178, SELV, PELV MW = measured value MEW = final value of the measuring range

CONVERTIDOR DE CORRIENTE



Convertidor de corriente - MACX MCR-SL-CAC-12-I-UP - 2810638

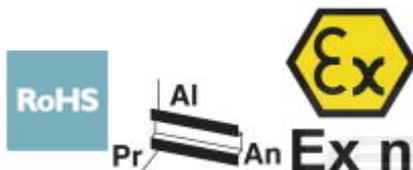
Tenga en cuenta que los datos indicados aquí proceden del catálogo en línea. Los datos completos se encuentran en la documentación del usuario. Son válidas las condiciones generales de uso de las descargas por Internet.
(<http://phoenixcontact.es/download>)



Convertidor de corriente para 5 A y 12 A AC, señal de salida 0...20 mA o 4...20 mA, configurable mediante interruptor DIP con señalización de estado de servicio por LED

Sus ventajas

- Entrada/salida configurable a través de interruptor DIP



Datos mercantiles

Unidad de embalaje	1 pcs
EAN	 4 046356 510356
EAN	4046356510356
Peso por unidad (sin incluir el embalaje)	140,000 g
Número de tarifa arancelaria	85437090
País de origen	Alemania
Clave de venta	CK4A21

Datos técnicos

Observación

Restricción de uso	CEM: producto de clase A, véase declaración del fabricante en el centro de descargas
--------------------	--

Medidas

Anchura	22,5 mm
Altura	104 mm
Profundidad	114,5 mm

Condiciones ambientales

Temperatura ambiente (servicio)	-20 °C ... 65 °C (-4 °F...149 °F)
Temperatura ambiente (almacenamiento / transporte)	-40 °C ... 85 °C (-40 °F ... 185 °F)

Convertidor de corriente - MACX MCR-SL-CAC-12-I-UP - 2810638

Datos técnicos

Datos de entrada

Configurable/Programable	Mediante selector DIP
Margen de corriente de entrada	0 A ... 12 A
Margen de ajuste Corriente de entrada mínima	0 A AC ... 5 A (configurables)
Margen de ajuste Corriente de entrada máxima	0 A AC ... 12 A (configurables)
Capacidad de sobrecorriente	1 x I _N (permanente)
Capacidad de sobrecorriente transitoria	8 x I _N (1 s)
Frecuencia nominal f _N	50 Hz
Margen de medición de frecuencia	45 Hz ... 65 Hz
Tipo de conexión	Conexión por tornillo

Datos de salida

Denominación Salida	Salida de corriente
Configurable/Programable	Mediante selector DIP
Señal de salida corriente	0 mA ... 20 mA (configurables)
	4 mA ... 20 mA (configurables)
Corriente máx. de salida	25 mA
Carga/Carga de salida Salida de corriente	< 500 Ω (20 mA)
Ripple	< 10 mV _{PP} (Con 500 Ω en 20 mA)
Indicación de estado	LED rojo (error), LED verde (listo para funcionar)

Salida de conexión

Denominación Salida	sin salida de conmutación
---------------------	---------------------------

Alimentación

Tensión de alimentación	19,2 V AC/DC ... 253 V AC/DC
Absorción de corriente máxima	< 33 mA (con 24 V DC)
	< 15 mA (con 230 V AC)
Consumo de potencia	< 0,8 W (con 24 V DC)
	< 3,5 VA (con 230 V AC)

Generalidades

Error de transmisión máximo	≤ 0,5 % (Del valor nominal de la gama bajo condiciones nominales)
Coefficiente de temperatura máximo	< 0,02 %/K
Coefficiente de temperatura típico	< 0,015 %/K
Respuesta gradual (10-90%)	< 300 ms
Grado de polución	2
Tensión de aislamiento de dimensionamiento	300 V AC (Respecto a tierra)
Tensión de prueba Entrada/salida	4 kV (50 Hz, 1 min)
Tensión de prueba Salida/alimentación	2 kV (50 Hz, 1 min)
Compatibilidad electromagnética	Conformidad con la directiva CEM
Emisión de interferencias	EN 61000-6-4
Inmunidad a interferencias	EN 61000-6-2 Durante las interferencias pueden producirse ligeras desviaciones.

Convertidor de corriente - MACX MCR-SL-CAC-12-I-UP - 2810638

Datos técnicos

Generalidades

Color	gris
Material carcasa	Poliamida PA sin reforzar
Posición para el montaje	discrecional
Conformidad	Conformidad CE
ATEX	# II 3 G Ex nA IIC T4 Gc X

Normas y especificaciones

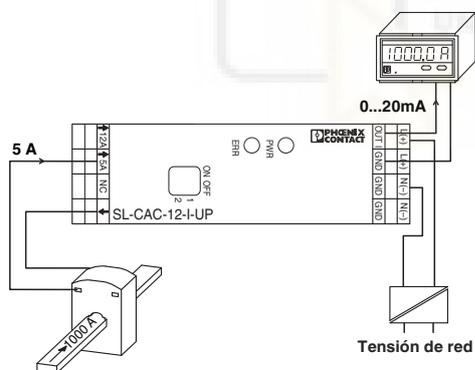
Compatibilidad electromagnética	Conformidad con la directiva CEM
Emisión de interferencias	EN 61000-6-4
Conformidad	Conformidad CE
ATEX	# II 3 G Ex nA IIC T4 Gc X

Environmental Product Compliance

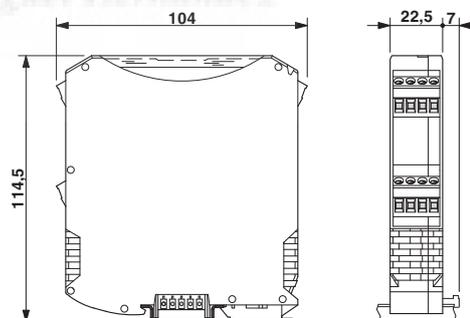
China RoHS	Espacio de tiempo para el uso previsto (EFUP): 50 años
	Encontrará información sobre las sustancias peligrosas en la declaración del fabricante en la pestaña "Descargas"

Dibujos

Dibujo de aplicación

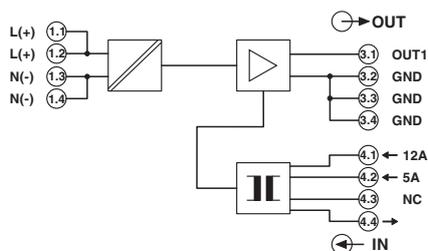


Esquema de dimensiones



Medición de corriente

Diagrama eléctrico



FUENTE DE ALIMENTACIÓN



Fuente de alimentación conmutada

S8VK-G (Modelos de 15/30/60/120/240/480 W)

Operación fiable y fácil – Válida en todo el Mundo

Resistente en entornos muy duros

Rápida y sencilla instalación

El diseño más compacto del mercado

- Entrada universal para aplicaciones en todo el mundo: de 100 a 240 Vc.a. (de 85 a 264 Vc.a.)
- Puede disponer de entrada de c.c.: de 90 a 350 Vc.c.
- Posibilidad de alimentación bifásica
- Amplio rango de temperaturas de operación: de -40 a 70°C
- Función de refuerzo de potencia a 120%
- Normas de seguridad:
 - UL508/60950-1, CSA C22.2 N° 107.1/60950-1
 - ANSI 12.12.01
 - EN50178 (= VDE0160), EN60950-1 (= VDE0805).
 - Reglamentos y normas Lloyd's*, EN60204-1 PELV
 - Seguridad de transformadores de potencia: EN61558-2-16
- Los modelos de 15 W, 30 W y 60 W cumplen las normas de salida UL Clase 2
- EMS: EN 61204 -3
- EMI: EN61204-3 Clase B
- Cumple los requisitos de RoHS



Consulte las *Precauciones de seguridad para todas la fuentes de alimentación* y las *Precauciones de seguridad* en la página 17.

S8VK-G

Estructura de la referencia

Composición de la referencia

Nota: No todas las combinaciones son posibles. Consulte la *Lista de modelos* en *Información de pedidos* más abajo.

S8VK-
1 2 3

1. Tipos de tensión de entrada

G: Monofásica

2. Rango de Potencia

015: 15 W

030: 30 W

060: 60 W

120: 120 W

240: 240 W

480: 480 W

3. Tensión de salida

05: 5 V

12: 12 V

24: 24 V

48: 48 V

Tabla de selección

Nota: Póngase en contacto con su representante de OMRON para obtener más detalles sobre los modelos del inventario habitual.

Potencia nominal	Tensión de entrada	Tensión de salida	Corriente de salida	Corriente de refuerzo	Número de modelo
15 W	Monofásica de 100 a 240 Vc.a. de 90 a 350 Vc.c.	5 V	3 A	3,6 A	S8VK-G01505
		12 V	1,2 A	1,44 A	S8VK-G01512
		24 V	0,65 A	0,78 A	S8VK-G01524
30 W		5 V	5 A	6 A	S8VK-G03005
		12 V	2,5 A	3 A	S8VK-G03012
		24 V	1,3 A	1,56 A	S8VK-G03024
60 W		12 V	4,5 A	5,4 A	S8VK-G06012
		24 V	2,5 A	3 A	S8VK-G06024
120 W		24 V	5 A	6 A	S8VK-G12024
240 W		24 V	10 A	12 A	S8VK-G24024
		48 V	5 A	6 A	S8VK-G24048
480 W		24 V	20 A	24 A	S8VK-G48024
	48 V	10 A	12 A	S8VK-G48048	

Elemento		Potencia nominal Tensión de salida	60 W		120 W
			12 V	24 V	24 V
Eficiencia (típico)		Entrada de 230 Vc.a.	85%	88%	89%
Entrada	Tensión*1		de 100 a 240 Vc.a., 90 a 350 Vc.c. (rango admisible: de 85 a 264 Vc.a.)		
	Frecuencia*1		50/60 Hz (47 a 450 Hz)		50/60 Hz (47 a 63 Hz)
	Corriente (típico)	Entrada de 115 Vc.a.	1,0 A	1,1 A	1,3 A
		Entrada de 230 Vc.a.	0,6 A	0,7 A	
	Factor de potencia (típico)	Entrada de 230 Vc.a.	0,46	0,45	0,94 (con PFC)
	Emisiones de corriente armónica		Conforme con EN61000-3-2		
	Corriente de fuga (típico)	Entrada de 115 Vc.a.	0,16 mA		0,24 mA
		Entrada de 230 Vc.a.	0,30 mA		0,38 mA
Corriente de irrupción (típico)*2	Entrada de 115 Vc.a.	16 A			
	Entrada de 230 Vc.a.	32 A			
Salida	Rango de ajuste de tensión*3		de -10% a 15% (con potenciómetro V.ADJ) (garantizado)		
	Fluctuación*4	a 20 MHz (típico)	150 mV	50 mV	150 mV
	Influencia de la variación de entrada		0,5% máx. (con entrada de 85 a 264 Vc.a., carga del 100%)		
	Influencia de la variación de carga (tensión nominal de entrada)		2,0% máx. (12 V), 1,5% máx. (24 V), a una carga de 0% a 100%		
	Influencia de la variación de temperatura		0,05%/°C máx.		
	Tiempo de arranque (típico)*2	Entrada de 115 Vc.a.	570 ms	650 ms	790 ms
		Entrada de 230 Vc.a.	430 ms	500 ms	750 ms
	Tiempo de retardo a la desconexión (típico)*2	Entrada de 115 Vc.a.	26 ms	25 ms	42 ms
Entrada de 230 Vc.a.		139 ms	129 ms	42 ms	
Funciones adicionales	Protección contra sobrecarga*2		de 121% a 160% de la corriente nominal de carga, (valor típico 130%)		de 121% a 160% de la corriente nominal de carga, (valor típico 125%)
	Protección contra sobretensión*2		Sí*5		
	Refuerzo de potencia		120% de la corriente nominal (consulte Datos técnicos)		
	Funcionamiento en paralelo		Sí (consulte Datos técnicos)		
	Funcionamiento en serie		Posibilidad de un máximo de dos fuentes de alimentación (con diodo externo)		
Otros	Temperatura ambiente de operación		de -40 a 70°C (consulte Datos técnicos)		
	Temperatura de almacenamiento		de -40 a 85°C		
	Humedad ambiente de funcionamiento		0% a 95% (en almacenamiento: 0% a 95%)		
	Rigidez dieléctrica (corriente de detección: 20 mA)		3,0 kVc.a. durante 1 min. (entre todas las entradas y salidas) 2,0 kVc.a. durante 1 min. (entre todas las entradas y el terminal PE) 1,0 kVc.a. durante 1 min. (entre todas las salidas y el terminal PE)		
	Resistencia de aislamiento		100 MΩ mín. (entre todas las salidas y todas las entradas/terminales PE) a 500 Vc.c.		
	Resistencia a vibraciones		de 10 a 55 Hz, 0,375 mm de amplitud durante 2 h en cada una de las direcciones X, Y y Z de 10 a 150 Hz, 0,35 mm de amplitud (5 G máx.) durante 80 minutos en cada una de las direcciones X, Y y Z		
	Resistencia a golpes		150 m/s ² , 3 veces en cada una de las direcciones ±X, ±Y y ±Z		
	Indicador de salida		Sí (color: verde), iluminación del 80% al 90% o superior de la tensión nominal		
	EMI	Emisión conducida	Cumple las normas EN61204-3 EN55011 Clase B y es conforme a FCC Clase A		
		Emisión radiada	Cumple las normas EN61204-3 EN55011 Clase B		
	EMS		Cumple la norma EN61204-3, altos niveles de severidad		
	Homologaciones		Homologación UL: UL508 (Homologación, Para 60 W solo Clase 2 Salida: según UL1310) UL UR: UL60950-1 (Reconocimiento) ANSI 12.12.01 cUL: CSA C22.2 N° 107.1 (Parar 60 W solo Clase 2 Salida: según CSA C22.2 N° 223) cUR: CSA C22.2 N° 60950-1 EN/VDE: EN50178 (=VDE0160), EN60950-1 (=VDE0805) Reglamentos y normas Lloyd's		
	Normas satisfechas		SELV (EN60950-1/EN50178/UL60950-1), PELV (EN60204-1, EN50178), Seguridad de transformadores de potencia (EN61558-2-16) EN50274 para piezas de terminales		
	Grado de protección		IP20 según EN/IEC60529		
	SEMI		F47-0706 (200 a 240 Vc.a.)		
Peso		260 g		620 g	

*1. No utilice la salida del convertidor para la fuente de alimentación. Existen convertidores de frecuencia con una frecuencia de salida de 50/60 Hz, aunque el incremento de la temperatura interna de la alimentación eléctrica puede hacer que se inflame o se quemé.

*2. Para arranque en frío a 25°C. Consulte *Datos técnicos* en la página 11 para obtener información detallada.

*3. Si se gira el potenciómetro de tensión de salida (V.ADJ), la tensión aumentará por encima del +15% del rango de ajuste de tensión.

Al ajustar la tensión de salida, confirme la tensión de salida real de la fuente de alimentación y asegúrese de que la carga no resulte dañada.

*4. Característica cuando la temperatura ambiente de operación está en el rango de -25 a 70°C.

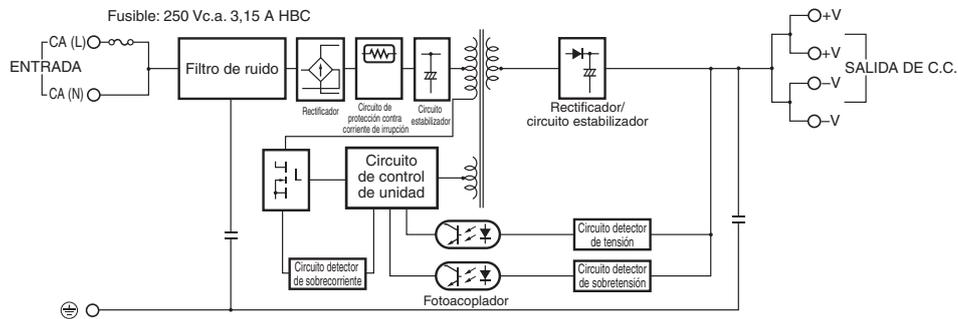
*5. Para restablecer la protección, desconecte (OFF) la fuente de alimentación durante al menos tres minutos y, seguidamente, vuelva a conectarla.

S8VK-G

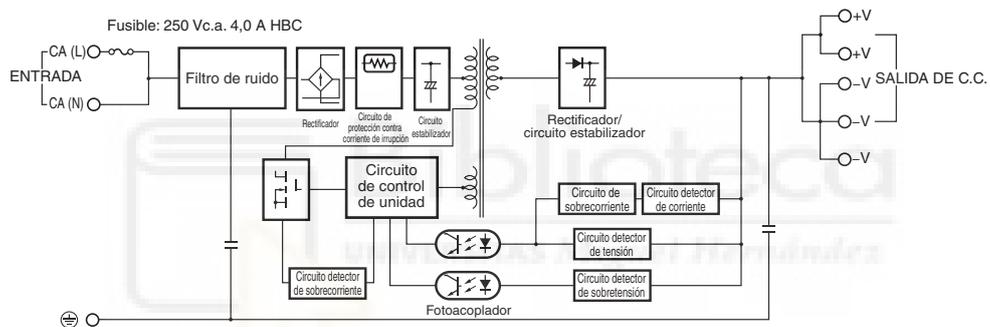
Conexiones

Diagramas de bloques

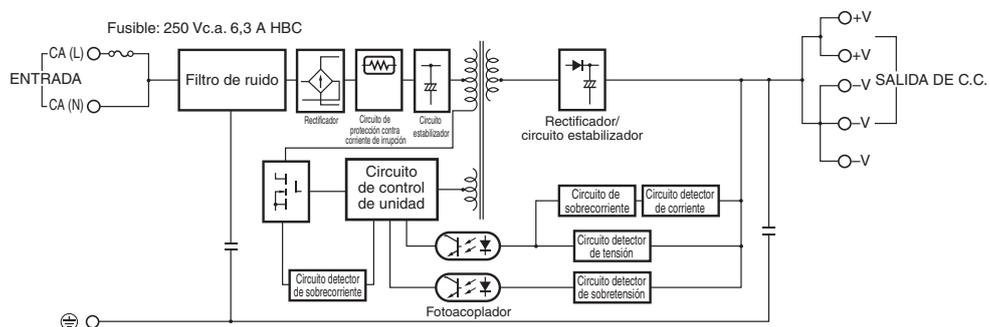
S8VK-G015 (15 W)



S8VK-G030 (30 W)



S8VK-G060 (60 W)



SENSOR TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA



EE210

Humidity and Temperature Transmitter for Demanding Climate Control Applications

The EE210 transmitter by E+E Elektronik meets the highest requirements in demanding climate control applications. Besides highly accurate measurement of relative humidity and temperature, EE210 calculates dew point temperature, absolute humidity and mixing ratio.

EE210 is available as wall or duct mounted as well as with remote probe. The enclosure minimizes installation costs and provides outstanding protection against contamination and condensation. All measured and calculated values are available on the Modbus RTU interface; two of the measured and calculated values are available on the analogue voltage or current outputs, while up to three values can be shown simultaneously on the optional display.

Excellent performance of EE210 in polluted, aggressive environment is ensured by the combination of completely protective encapsulated measurement electronics inside the sensing probe and the long-term stable HCT01 sensor with E+E proprietary coating.

With an optional configuration kit the user can setup, the Modbus interface parameters, the output scaling and perform one or two point adjustment for humidity and temperature.



EE210

Features

Appropriate for US mounting requirements

- » Knockout for 1/2" conduit fitting

External mounting holes

- » Mounting with closed cover
- » Electronics protected against construction site pollution
- » Easy and fast mounting

Electronics on the underside of the PCB

- » Optimum protection against mechanical damage during installation

Bayonet Screws

- » Open/closed with a 1/4 rotation

Cast Electronics

- » Mechanical protection
- » Condensation-resistant

E+E Humidity sensor HCT01

- » Long-term stability
- » Protected RH sensor surface
- » Protected solder pads
- » Tested according to automotive standard AEC-Q200

Display

- » Selectable display layout
- » Measurands freely selectable

Smooth cover surface

- » No accumulation of dust in protruding edges

Watertight cable outlet

Applications

- agriculture
- stables, incubators, hatcheries
- green houses
- storage rooms, cooling chambers
- indoor pools
- demanding climate control

Technical Data

Measured Values

Relative Humidity

Sensor	E+E Sensor HCT01-00D	
Analog output 0...100% RH	0-5 V	-1 mA < I _L < 1 mA
	0-10 V	-1 mA < I _L < 1 mA
	4-20 mA (two-wire)	R _L ≤ 500 Ohm

Working range 0...100% RH

RH accuracy (incl. hysteresis, non-linearity and repeatability)

Wall & duct version:

-15...40°C (5...104°F)	≤90% RH	±(1.3 + 0.003*measured value) % RH
-15...40°C (5...104°F)	>90% RH	± 2.3% RH
-40...60°C (0...140°F)		±(1.5 + 0.015*measured value) % RH

Remote probe version

at 20°C (68°F) ±2.5% RH

Temperature

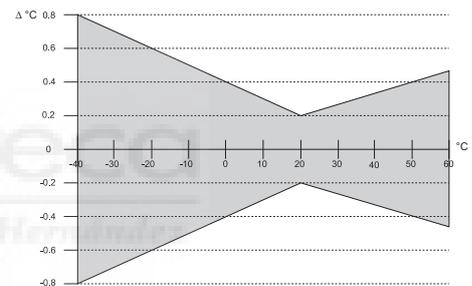
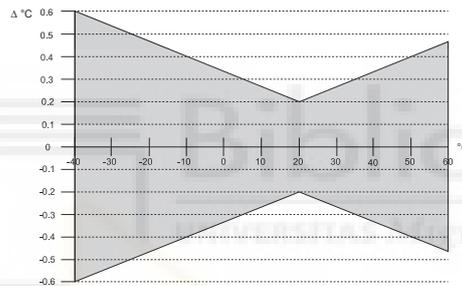
Sensor Pt1000 (tolerance class B, DIN EN 60751) integrated in HCT01

Analog output ¹⁾	0-5 V	-1 mA < I _L < 1 mA
	0-10 V	-1 mA < I _L < 1 mA
	4-20 mA	R _L ≤ 500 Ohm

T-accuracy

wall & duct

remote probe



General

Power supply	15 - 35V DC ²⁾ or 24V AC ±20%
for 0-5 V / 0-10 V	
for 4-20 mA	10V + R _L x 20 mA < V ₊ < 30V DC

Current consumption

Voltage output	DC supply typ. 3.3mA; with display typ. 3.6mA
	AC supply typ. 34mA; with display typ. 37mA

Current output DC supply max. 40mA

Digital interface DC supply typ. 5mA; with display typ. 19mA
AC supply typ. 52mA; with display typ. 118mA

Connection Screw terminals, max. 1.5 mm²

Housing material Polycarbonate, UL94V-0 (with Display UL94HB) approved

Protection class IP65

Cable gland M16 x 1,5

Probe cable (type C) PVC, Ø 4.3mm, 4 x 0.25 mm²

Sensor protection E+E Coating

Electromagnetic compatibility EN61326-1 EN61326-2-3

Industrial Environment

Temperature ranges Operating temperature: -40...60°C (-40...140°F)

Storage temperature: -40...60°C (-40...140°F)

Temperature ranges with display Operating temperature: -20...50°C (-4...122°F)

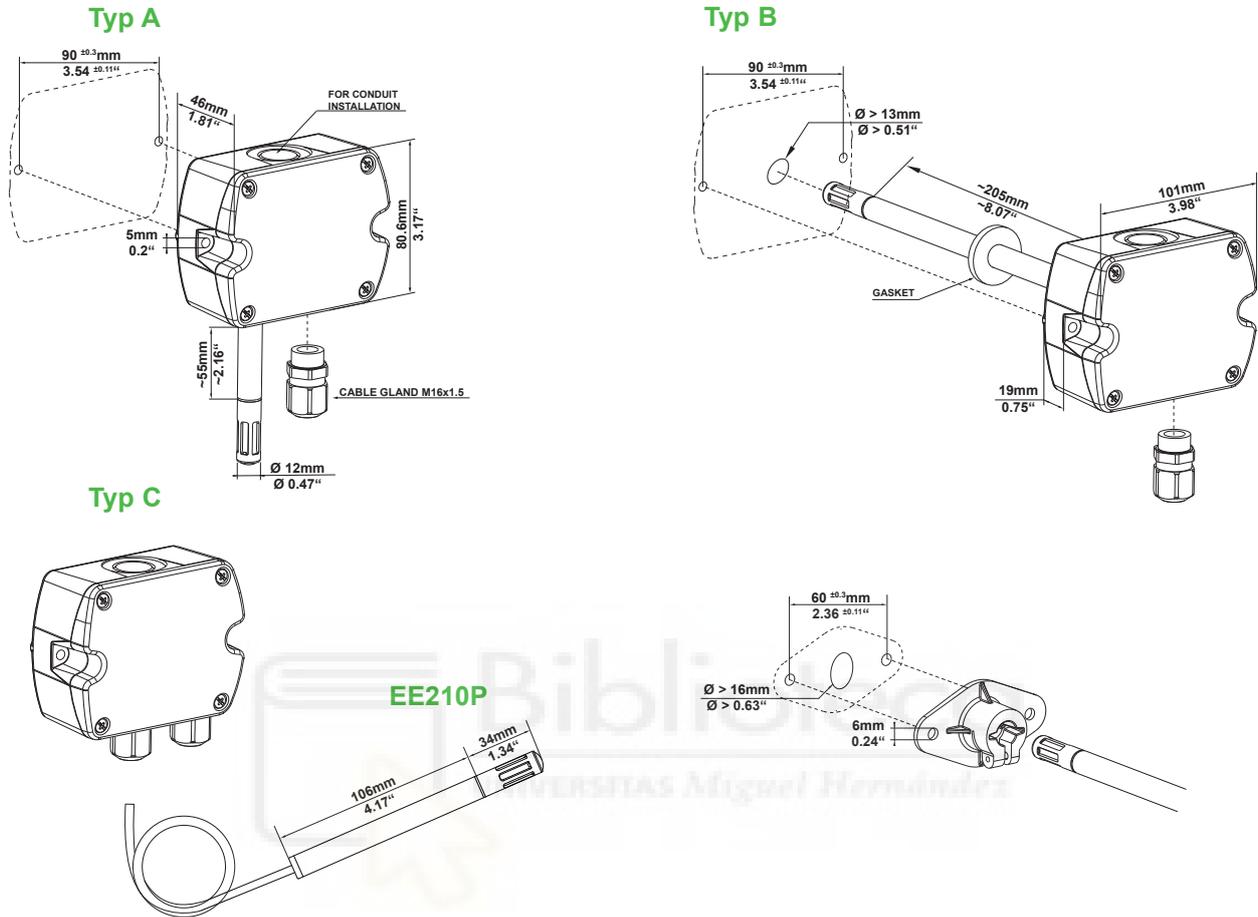
Storage temperature: -20...60°C (-4...140°F)



¹⁾ Output scaling see Ordering Guide

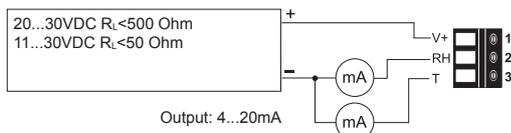
²⁾ USA & Canada: class 2 supply required, max. supply voltage 30V

Dimensions (mm/inch)

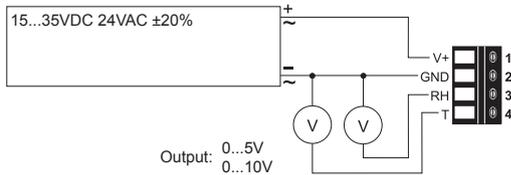


Connection Diagram

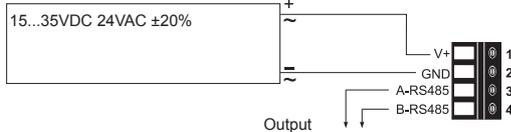
EE210-HT6



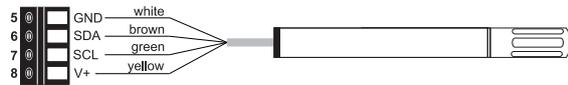
EE210-HT3



EE210-HTx3



EE210P (for EE210-HT6 Type C)



Ordering Guide

MODEL	ANALOGUE ¹⁾	DIGITAL ¹⁾	HOUSING	TYPE	DISPLAY ³⁾	FILTER (Type A and B)
humidity + temperature (HT)	0-5V (2) 0-10V (3) 4-20mA (6) none (x)	RS485 (3) none (x)	standard (P)	wall mount (A) duct mount (B) remote probe (C) ²⁾	display (D) none (x)	membrane (B) stainless steel sintered (D)
EE210-						

1) a combination of analog and digital version is not possible 2) The EE210P probe has to be ordered as separate position; for the moment available only for 4-20mA version

Analogue outputs setup

OUTPUT 1	SCALING 1 ⁵⁾	OUTPUT 2	SCALING 2 ⁵⁾	UNIT
relative humidity ⁴⁾ (Uw)	-40...60 (002)	relative humidity ⁴⁾ (Uw)	-40...60 (002)	metric (M)
temperature (Tx)	-10...50 (004)	temperature (Tx)	-10...50 (004)	non-metric (N)
dew point temperature (TD)	0...50 (004)	dew point temperature (TD)	0...50 (004)	
frost point temperature (TF)	0...100 (005)	frost point temperature (TF)	0...100 (005)	
water vapour partial pressure ⁴⁾ (Ex)	32...122 (076)	water vapour partial pressure ⁴⁾ (Ex)	32...122 (076)	
mixing ratio ⁴⁾ (Rx)	-40...140 (084)	mixing ratio ⁴⁾ (Rx)	-40...140 (084)	
absolute humidity ⁴⁾ (DV)		absolute humidity ⁴⁾ (DV)		
specific enthalpy ⁴⁾ (Hx)		specific enthalpy ⁴⁾ (Hx)		

3) Factory setup:
For analogue output versions the display shows the measurands selected for output 1 and output 2.
For digital output versions the display shows RH and T.

4) Factory Scaling

relative humidity	0...100% RH	
water vapour partial pressure	0...200mbar	0...3psi
mixing ratio	0...425g/kg	0...2900gr/lb
absolute humidity	0...150g/m ³	0...60gr/ft ³
specific enthalpy	0...400kJ/kg	0...200BTU/lb

5) For Tx, TD und TF:
other scaling upon request

Digital output setup⁶⁾

PROTOCOL	BAUDRATE	PARITY	STOPBITS	UNIT
modbus (1)	9600 (A)	odd (O)	1 stopbit (1)	metric (M)
	19200 (B)	even (E)	2 stopbit (2)	non-metric (N)
	38400 (C)	no parity (N)		

6) Modbus Map and setup instructions:
See User Guide and Modbus Application Note at www.epluse.com/EE210

Remote probe for EE210 Type C:

MODEL	CABLE LENGTH	FILTER
humidity + temperature (HT)	1.5 m (C) 3 m (E)	membrane (B) stainless steel sintered (D)
EE210P		

Order Examples

Type A and B

EE210-HT3xPAxB-UwTx005M

Model: Humidity+Temperature Transmitter
Analog output: 0-10V
Housing: standard
Type: wall mount
Display: none
Filter: membrane

Output scaling 1: relative humidity
Scaling 1: 0...100% RH
Output scaling 2: temperature
Scaling 2: 0...100°C
Unit: metric

Type C

Position 1:

EE210-HT6xPCx-UwTx005M

Model: Humidity+Temperature Basic Device
Analog output: 4-20mA
Housing: standard
Type: remote probe (Pos. 2)
Display: none

Output scaling 1: relative humidity
Scaling 1: 0...100% RH
Output scaling 2: temperature
Scaling 2: 0...100°C
Unit: metric

Position 2:

EE210P-HTCB

Model: Humidity+Temperature Probe
Cable length: 1.5 m
Filter: membrane

Accessories

Configurations kit consisting of:
- Product configuration adapter
- Product configuration software
- Connection cable for EE-PCA

EE-PCA (data sheet EE-PCA)
EE-PCS (free download: www.epluse.com/EE210)
HA011062