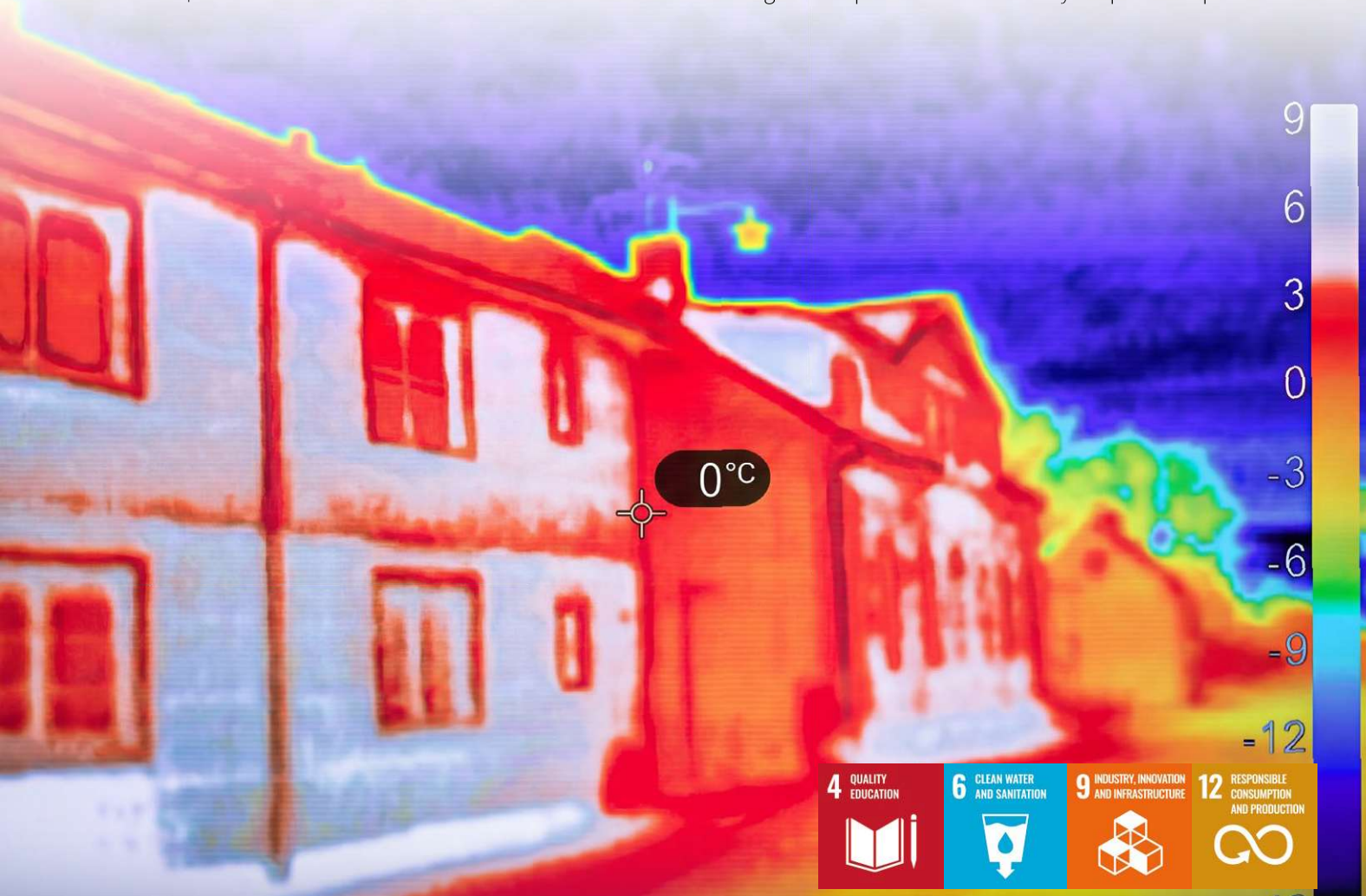


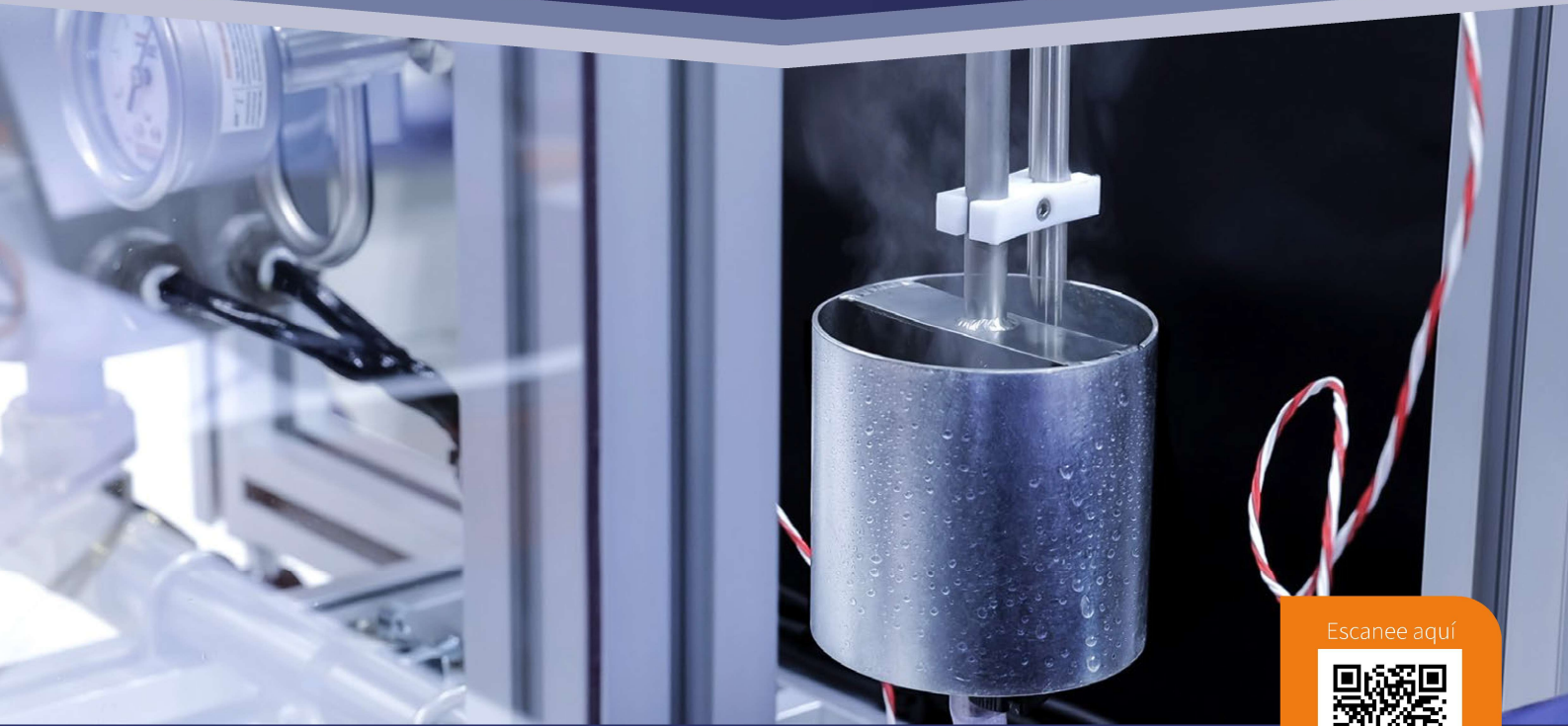
Ingeniería Termodinámica

Avances en Ingeniería Termodinámica

El equipamiento para estudios termodinámicos de Armfield cierra la brecha entre la teoría y la práctica, y entrega a los estudiantes experiencia directa con los principios fundamentales de la energía y la transferencia de calor. Armfield permite a las universidades impartir una docencia atractiva y vinculada a la industria, que desarrolla una comprensión más profunda de la termodinámica y prepara a los estudiantes para aplicaciones reales de ingeniería en generación de energía, refrigeración, sistemas energéticos e industrias de proceso.

Este catálogo presenta nuestras soluciones para la enseñanza de la termodinámica y su lugar dentro del currículo de ingeniería, incluida la alineación con la Taxonomía de Bloom, las teorías clave y las leyes fundamentales. Abarcando temas como la Primera y Segunda Ley de la Termodinámica, transferencia de calor, potencia a vapor, refrigeración, máquinas térmicas, conversión de energía y rendimiento térmico, nuestros sistemas apoyan un aprendizaje progresivo desde los conceptos fundamentales hasta la investigación experimental avanzada y la aplicación práctica.





Escanee aquí



DOCENCIA E INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA

Durante más de seis décadas hemos trabajado en estrecha colaboración con universidades de todo el mundo para apoyar la enseñanza de la termodinámica y la transferencia de calor. Nuestro objetivo siempre ha sido transformar la teoría fundamental en experiencias de aprendizaje significativas y prácticas, alineadas con los programas de las asignaturas y capaces de entregar a los estudiantes las competencias que necesitarán en su vida profesional.

La termodinámica exige más que comprensión teórica. Los estudiantes deben observar cómo se transfiere la energía, cómo responden los sistemas a condiciones cambiantes y cómo las leyes fundamentales de la termodinámica gobiernan los procesos reales de ingeniería. Desde la transferencia de calor y el cambio de fase hasta la refrigeración, la generación de vapor, la conversión de energía y el rendimiento térmico, la experimentación práctica es indispensable para desarrollar una comprensión profunda de estos principios.

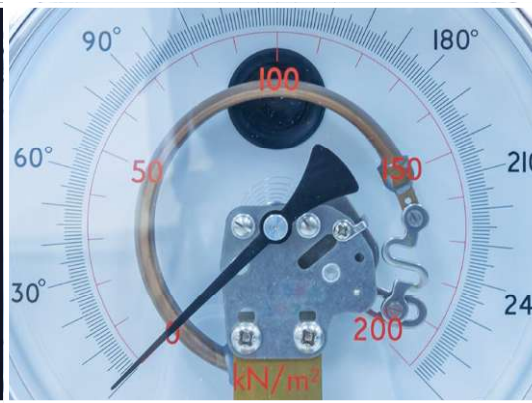
En Armfield diseñamos equipamiento educativo que cierra la brecha entre la teoría y la práctica, combinando principios de ingeniería sólidos con experimentación atractiva y vinculada a la industria.

El desarrollo de nuestros productos se apoya en una colaboración estrecha con equipos académicos, lo que asegura que nuestros sistemas respalden módulos docentes, resultados de aprendizaje claramente definidos y trayectorias de aprendizaje progresivas, desde el estudio introductorio hasta la investigación avanzada e independiente.

El resultado es una gama de plataformas docentes robustas y versátiles que permiten a los estudiantes visualizar fenómenos complejos, analizar datos experimentales y desarrollar las capacidades analíticas que exige la práctica moderna de la ingeniería. Este catálogo presenta un portafolio integral que cubre las disciplinas centrales de la termodinámica y la transferencia de calor. Cada sistema ha sido diseñado para formar parte de una estrategia docente coherente, capaz de atender múltiples generaciones de estudiantes, distintos niveles de aprendizaje y muchos años de uso en laboratorio. La educación en ingeniería sigue evolucionando, y nosotros también. Ya sea que esté modernizando laboratorios existentes, desarrollando nuevos programas o buscando soluciones a medida para objetivos docentes específicos, será un gusto trabajar con usted.

Contáctenos para conversar sobre cómo podemos apoyar sus requerimientos.

Andy Macpherson
Director General de Armfield Ltd



Contenido											
Medición y Calibración de Temperatura	Medición y Calibración de Presión	Estudios de Conducción de Calor	Convección de Calor	Radiación de Calor	Intercambiadores de Calor	Ebullición y Condensación	Generación de Vapor	Sistemas de Refrigeración	Leyes de Gases y Expansión	Calor Combinado y Termofluidos	
●	●									Medición y Calibración de Temperatura TH1	6
	●									Medición y Calibración de Presión TH2	7
	●				●	●				Presión de Saturación TH3	8
	●							●		Procesos de Expansión de un Gas Perfecto TH5	9
		●			●					Condensación en Película y en Gotas TH6	10
●				●	●			●	●	Refrigeración por Compresión de Vapor RA1	11
●				●	●			●	●	Unidad de Aire Acondicionado (CC) RA2	13
●				●	●			●	●	Unidad de Aire Acondicionado con Recirculación (CC) RA3	14
●										Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X	15
	●									Conducción Lineal de Calor HT11X	16
	●									Conducción Radial de Calor HT12X	17
		●		●						Leyes de Transferencia de Calor por Radiación HT13X	18
			●	●						Convección y Radiación Combinadas HT14X	19
			●	●						Calor en Superficies Extendidas HT15X	20
●			●	●						Errores por Radiación en Medición de Temperatura HT16X	21
		●	●							Transferencia de Calor Transitoria HT17X	22
			●							Convección Libre y Forzada HT19X	23
		●	●							Conductividad Térmica de Líquidos y Gases HT20X	24
			●	●						Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X	26
			●	●						Intercambiador de Calor Tubular HT31X	27
	●		●	●						Intercambiador de Calor de Placas HT32X	28
			●	●						Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos HT33X	29
			●	●						Recipiente Enchaquetado con Serpentin HT34X	30
			●	●						Intercambiador Flujo Cruzado Paso Único HT35X	31
			●	●						Intercambiador de Calor Tubular Extendido HT36X	32
			●	●						Intercambiador de Placas Reconfigurable HT37X	33
		●	●	●						Módulos Fluid Science de Intercambio FS3.1 - FS3.4	34
		●	●	●						Módulos Fluid Science de Intercambio FS3.1 - FS3.4	35
	●		●	●	●					Torre de Enfriamiento de Agua (CC) UOP6-MKII	36
			●							Secador de Bandejas (CC) UOP8-MKIIe	37
●										Control de Temperatura PCT62	38
										Planificación y Diseño de Laboratorios	39
										Representantes / Enlaces y Página de Contacto	40

UNIVERSIDADES E INSTITUCIONES EDUCATIVAS

Con más de 150 años de experiencia, Armfield es un proveedor global de confianza en equipamiento de alta calidad. Fundada en 1875 en Ringwood, Inglaterra, nuestro compromiso con la calidad, la innovación y el servicio nos ha llevado desde nuestros orígenes en maquinaria de ingeniería hasta ser líderes mundiales en dos ámbitos distintos: **Educación en Ingeniería y Tecnología Alimentaria Industrial**.

Desde 1958 Armfield ha suministrado equipos y establecido alianzas con más de 3.000 universidades, centros educativos y polos de investigación en todo el mundo, cubriendo todas las grandes disciplinas de la ingeniería. En 1992 lanzamos nuestra División de Alimentos a escala piloto, desarrollando y suministrando equipos para muchas de las principales corporaciones mundiales de las industrias alimentaria, de bebidas y farmacéutica. A continuación se muestra una selección de nuestros clientes.



TEXAS A&M
UNIVERSITY



UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE



VILLANOVA
UNIVERSITY
IGNITE CHANGE. GO NOVA®



UNSW
SYDNEY



GlaxoSmithKline



STANFORD
UNIVERSITY

المراعي
Almarai



Unilever

DIAGEO

TATE & LYLE



جامعة الشارقة
UNIVERSITY OF SHARJAH



UNITED STATES
AIR FORCE ACADEMY

Ethiopian አስተዳደር
Aviation University
PIONEER OF AVIATION EXCELLENCE

Universidad de los Andes



UNIVERSIDAD
DE CHILE



جامعة خليفة
Khalifa University

Coca-Cola



PEPSICO



Tropicana





UNIVERSIDAD DE SHEFFIELD

«ELLOS ENTIENDEN.»

Dra. Midiana Rosado Hau, Escuela de Ingeniería
De la teoría en clases a fenómenos de ingeniería medibles

La Dra. Midiana Rosado, de la Universidad de Sheffield, trabaja en el Laboratorio de Mecánica de Fluidos, donde estudiantes de varias carreras de ingeniería obtienen experiencia directa en aerodinámica y medición de caudales. En colaboración con Armfield, el laboratorio incorporó recientemente un nuevo experimento de perfil alar que los estudiantes de ingeniería aeroespacial usarán durante el semestre. Con los túneles de viento y un sistema de manómetro de agua, los estudiantes pueden medir la distribución de presión en torno a un ala y observar directamente cómo se desarrollan las fuerzas aerodinámicas. A lo largo de los años, la Universidad de Sheffield ha trabajado estrechamente con Armfield para montar una variedad de experimentos prácticos, entre ellos demostraciones del principio de Bernoulli, mediciones de coeficientes de arrastre y análisis de velocidades de estela detrás de distintas formas. Según la Dra. Rosado, estos experimentos ayudan a los estudiantes a ir más allá de la teoría y a comprender de verdad cómo se comportan la mecánica de fluidos y la aerodinámica en sistemas reales. «Los estudiantes encuentran el equipamiento extremadamente útil», explica. «Les permite visualizar y medir los fenómenos que aprenden en clases.» Hacia adelante, la colaboración seguirá ampliándose. El laboratorio planea incorporar más equipamiento de medición de caudal y desarrollar nuevas actividades experimentales junto a Armfield. Para la Dra. Rosado y sus estudiantes, la alianza es mucho más que equipamiento: se trata de crear experiencias de aprendizaje atractivas que ayuden a los futuros ingenieros a entender el comportamiento real de los fluidos y de los sistemas aerodinámicos.

UNIVERSIDAD DE NOTTINGHAM

«¡EXCELENTE SOCIO EDUCATIVO!»

Profesor John Turner, Director de Educación y Experiencia del Estudiante
Educación en ingeniería diseñada en torno al aprendizaje real

He trabajado contratado por Armfield Engineering Limited durante el último año y, en todo este tiempo, me ha impresionado de manera constante su disposición a involucrarse a fondo con la realidad de la educación moderna en ingeniería química. En lugar de simplemente fabricar equipos y esperar que encajen en algún punto del currículo, Armfield ha mostrado un compromiso auténtico por entender cómo se usan sus equipos en la práctica y cómo pueden apoyar mejor el aprendizaje de los estudiantes en distintos niveles académicos.

Un ejemplo claro es la columna de destilación: originalmente orientada sobre todo a cursos superiores, Armfield adoptó la idea de introducir pequeños ajustes de procedimiento y de diseño que permitirán usar el mismo equipo desde los fundamentos de primer año hasta proyectos de investigación de último año. Ese cambio transformó un equipo de propósito único en una plataforma de aprendizaje de múltiples etapas, con una relevancia mucho más amplia.

A lo largo de nuestra colaboración, Armfield ha demostrado un fuerte interés por alinear su equipamiento con la estructura y las expectativas de los currículos actuales. Al explorar cómo los distintos equipos se relacionan con los resultados de aprendizaje, los temas de sostenibilidad (ODS de la ONU) y las necesidades docentes concretas, han mostrado un enfoque reflexivo y con visión de futuro. Su disposición a desarrollar material académico de apoyo y a asegurar vínculos claros entre teoría y práctica ha sido especialmente valiosa tanto para docentes como para estudiantes.

Trabajar con Armfield me ha mostrado una empresa que escucha, se adapta y busca de verdad mejorar la educación en ingeniería. Su foco en la versatilidad, la alineación curricular y la relevancia práctica ha hecho que la colaboración sea productiva y gratificante.



www.armfield.com



info@armfieldinc.com



Llamar

+44 (0)1425 478781



Medición y Calibración de Temperatura

TH1

La unidad Armfield TH1 de Medición y Calibración de Temperatura está diseñada para introducir a los estudiantes a distintas técnicas de medición de temperatura y explorar las propiedades y características diferenciadas de estos dispositivos. Los dispositivos pueden calibrarse mediante puntos fijos generados con precisión y un termómetro de referencia exacto.

Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica (*escalas de temperatura, puntos fijos y calibración*)
- Instrumentación y Medición
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Efecto termoeléctrico** - Base del funcionamiento de las termocuplas (efecto Seebeck)
- **Relación resistencia-temperatura** - Termómetro de resistencia de platino (PT100, ecuación de Callendar-Van Dusen)
- **Comportamiento del termistor** - Resistencia semiconductora de coeficiente de temperatura negativo (NTC)
- **Expansión térmica** - Principio de los termómetros de líquido en vidrio y bimetalicos
- **Teoría de la lámina bimetalica** - Expansión diferencial de metales distintos
- **Escala Internacional de Temperatura (ITS-90)** - Definición de puntos fijos y ecuaciones de interpolación
- **Respuesta de sensor de primer orden** - Constante de tiempo y regla del 63,2 % para la respuesta dinámica
- **Teoría del error por conducción** - Efecto de la geometría de la vaina y del puente térmico en la exactitud de la medición
- **Ley de Stefan-Boltzmann** - Intercambio de calor por radiación y función de las pantallas de radiación
- **Ecuación de Clausius-Clapeyron** - Relación entre la temperatura de saturación y la presión barométrica en el punto de condensación

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

- Los estudiantes identifican y explican los principios de funcionamiento de PRT, termocuplas, termistores y termómetros de líquido en vidrio y bimetalicos. Definen los puntos fijos de referencia de la ITS-90 y relacionan las señales brutas de los sensores con el fundamento físico de cada dispositivo.
- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
 - **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

- Los estudiantes aplican procedimientos de calibración y ecuaciones de corrección para convertir las señales de los sensores en unidades de ingeniería, construyen curvas de calibración, determinan constantes de tiempo a partir de ensayos de cambio escalón y analizan fuentes de error como la conducción, el autocalentamiento y la compensación de junta fría.
- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.

- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería. **Evaluar y Crear**

Los estudiantes evalúan la idoneidad de distintos sensores para escenarios de medición industrial, diseñan protocolos de calibración para dispositivos alternativos y proponen estrategias para minimizar la incertidumbre de medición. Aplican la metodología ITS-90 y la corrección barométrica para generar datos de calibración trazables.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Códigos de pedido

- TH1-A : 220-240V/1ph/50Hz, 10A
- TH1-B : 120V/1ph/60Hz, 20A
- TH1-G : 220-240V/1ph/60Hz, 10A



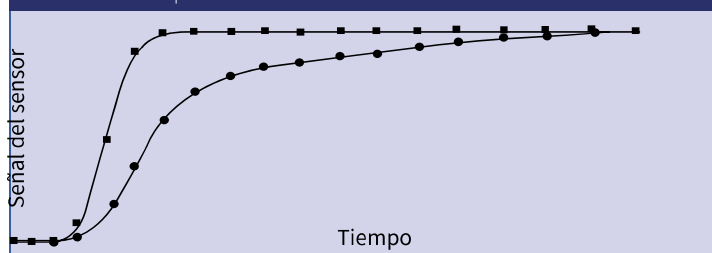
Sensores de temperatura



Instrumentos recomendados

- **Barómetro:** para determinar la presión absoluta
- **Cronómetro:** cuando no se utiliza el dispositivo de interfaz opcional / software educativo
- **Calibrador CC / simulador de termocupla:** para demostrar la calibración de la instrumentación
- **Caja de resistencias / simulador de PRT:** para demostrar la calibración de la instrumentación y los errores de conductores

TH1: Curvas de respuesta de distintos sensores



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Software educativo para TH1-TH5 en pendrive USB, con registrador de datos incluido (requiere un PC con Windows 7 o superior y puerto USB)

Requisitos



Dimensiones

Largo	0.700
Ancho	0.325
Alto	0.680

Escala



Alimentación eléctrica: Monofásica (ver códigos de pedido)

Llenar con agua destilada/desonizada:

- Barómetro:
- Bases:
- Fuente de hielo picado de agua pura



Medición y Calibración de Presión

TH2

La unidad Armfield TH2 de Medición y Calibración de Presión está diseñada para introducir a los estudiantes a la presión y a las distintas técnicas que pueden emplearse para medir esta variable. Un calibrador de presión de pesos muertos genera presiones de referencia precisas para calibrar un manómetro Bourdon y un sensor de presión.

La unidad también demuestra la Ley de Boyle mediante un conjunto de jeringa y colector.

Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica (escalas de presión, presión absoluta y relativa)
- Instrumentación y Medición
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Ley de Boyle** - Relación inversa entre la presión absoluta y el volumen a temperatura constante ($PV = k$)
- **Presión hidrostática** - Presión generada por el calibrador de pesos muertos ($P = F/A$)
- **Principio del tubo Bourdon** - Conversión de presión en desplazamiento mecánico por deformación elástica
- **Teoría del diafragma semiconductor** - Deflexión piezoeléctrica que genera una tensión proporcional a la presión aplicada
- **Presión relativa y absoluta** - Presión manométrica, presión absoluta y referencia atmosférica
- **Teoría de la calibración de sensores** - Ajuste de cero y de span; método de calibración en dos puntos
- **Análisis de errores** - Errores evitables, aleatorios y sistemáticos; exactitud, desviación media y desviación estándar
- **Teoría del amortiguamiento** - Efecto de la restricción de flujo en la respuesta dinámica del sensor de presión
- **Ley de los gases ideales** - Fundamento de la Ley de Boyle y del comportamiento de los gases a presiones moderadas

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes explican los principios de funcionamiento de los manómetros Bourdon y de los sensores de presión semiconductores, distinguen entre presión manométrica y absoluta, y describen cómo un calibrador de pesos muertos genera presiones de referencia trazables.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes aplican procedimientos de calibración para convertir señales arbitrarias de los sensores en unidades de ingeniería de presión, construyen curvas de calibración tanto para el manómetro Bourdon como para el sensor semiconductor, y analizan fuentes de error como la fricción, el error de cero, el paralaje y los efectos de amortiguamiento. Verifican experimentalmente la Ley de Boyle usando una jeringa conectada al colector.

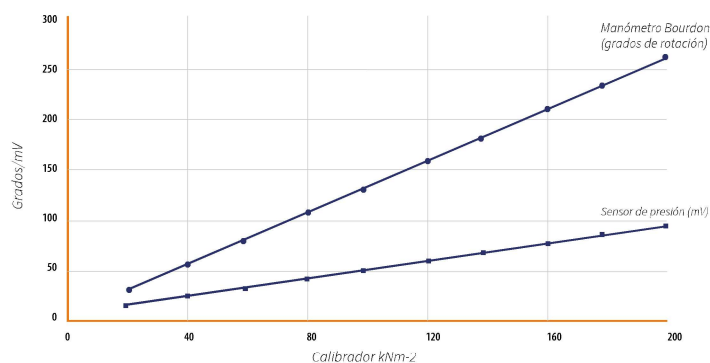
- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería. Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la exactitud y linealidad de tecnologías alternativas de medición de presión, diseñan protocolos de calibración para sensores conectados externamente y cuantifican la incertidumbre de medición mediante métodos estándar de análisis de errores. Proponen estrategias para minimizar los errores sistemáticos y aleatorios en la medición industrial de presión.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



TH2: Calibración de manómetro y sensor



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Software educativo para TH1-TH5 en pendrive USB, con registrador de datos incluido (requiere un PC con Windows 7 o superior y puerto USB)

Instrumentos recomendados

Balanza de precisión: (0 - 5 kg)

Barómetro: (para determinar la presión atmosférica)

Calibrador CC: (para demostrar la calibración de la instrumentación)

Requisitos



Dimensiones/Consola

Largo	0.400	0.290
Ancho	0.275	0.225
Alto	0.290	0.215

Escala



Llenar con agua fría limpia (0,1 litros)

Códigos de pedido

- TH2-A : 220-240V/1ph/50Hz, 2A
- TH2-B : 120V/1ph/60Hz, 4A
- TH2-G : 220-240V/1ph/60Hz, 2A



Presión de Saturación TH3

La unidad Armfield TH3 de Presión de Saturación está diseñada para introducir a los estudiantes al comportamiento de la temperatura del agua en su punto de ebullición al variar la presión absoluta. Equivalente a una caldera de Marcet, la TH3 incorpora además un calorímetro de estrangulamiento y un circuito de retorno, lo que permite determinar el título del vapor saturado producido y entrega a los estudiantes una comprensión más completa del comportamiento termodinámico bifásico.

Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica (presión de saturación, comportamiento bifásico y título del vapor)
- Instrumentación y Medición
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Comportamiento de fluidos bifásicos** - Regímenes de ebullición, desde la convección libre y la ebullición nucleada hasta la vaporización masiva a volumen constante
- **Línea de saturación** - Relación presión-temperatura a lo largo de la cual coexisten las fases líquida y vapor del agua
- **Ecuación descriptiva de la presión de saturación** - Linealización de la relación exponencial presión-temperatura ($\ln P_{\text{abs}}$ vs. $1/T$) para obtener los coeficientes de mejor ajuste
- **Presión relativa y absoluta** - Conversión de las lecturas manométricas del sensor a presión absoluta mediante la presión barométrica
- **Relación resistencia-temperatura** - Corrección del circuito de puente del termómetro de resistencia de platino (PT100) y tablas de calibración de referencia
- **Ecuación de energía de flujo estacionario** - Balance de energía aplicado al proceso de estrangulamiento, del que resulta $h_1 = h_2$ en condiciones adiabáticas y sin trabajo
- **Título del vapor (fracción de sequedad)** - $x = (h_2 - h_f)/h_{fg}$, usado para caracterizar una mezcla bifásica líquido-vapor
- **Regla de las dos propiedades** - Definición del estado termodinámico de un fluido a partir de dos propiedades medidas independientes
- **Retardo térmico** - Efecto del tiempo de respuesta del sensor en la exactitud de las mediciones transitorias de temperatura y presión

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican las etapas del comportamiento de ebullición en un fluido bifásico, definen el concepto de línea de saturación y explican los principios de funcionamiento de los termómetros de resistencia de platino, del sensor electrónico de presión y del manómetro Bourdon empleados para caracterizar el vapor saturado.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes aplican tablas de corrección de resistencia y presión para convertir las lecturas de los sensores en temperatura y presión absoluta, trazan la curva experimental de saturación en el rango de operación de 0–7 bar, linealizan la ecuación descriptiva para obtener los coeficientes de mejor ajuste y aplican la Ecuación de energía de flujo estacionario a los datos del calorímetro de estrangulamiento para determinar el título del vapor producido.

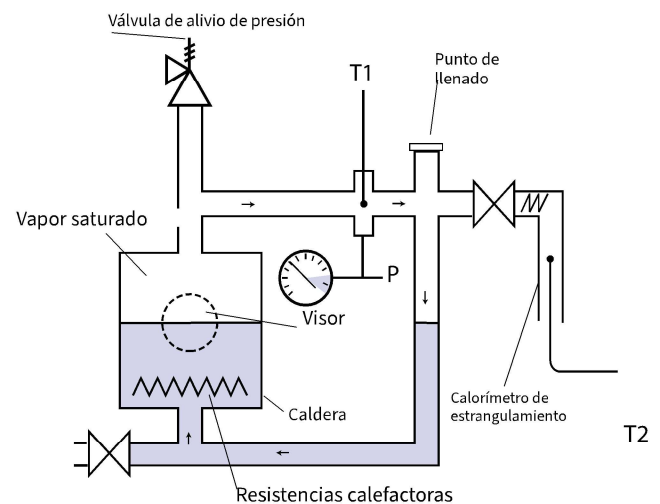
- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.

- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería. Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la exactitud de su curva experimental de saturación frente a tablas de vapor publicadas, valoran el efecto del retardo térmico en la exactitud de la medición a distintas velocidades de calentamiento y enfriamiento, y proponen configuraciones de sensores o protocolos de medición mejorados para monitorear transiciones líquido-vapor en un entorno industrial.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.

- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Software educativo para TH1-TH5 en pendrive USB, con registrador de datos incluido (requiere un PC con Windows 7 o superior y puerto USB)

Instrumentos recomendados

Barómetro de precisión: (para determinar la presión absoluta)

Requisitos	Dimensiones/Consola		Escala
1Ph	Largo	0.670	0.290
	Ancho	0.290	0.225
	Alto	0.580	0.215
Llenar con agua fría limpia (0,1 litros)			

Códigos de pedido

- TH3-A : 220-240V/1ph/50Hz, 6A
- TH3-B : 120V/1ph/60Hz, 13A
- TH3-G : 220-240V/1ph/60Hz, 6A



Procesos de Expansión de un Gas Perfecto

TH5

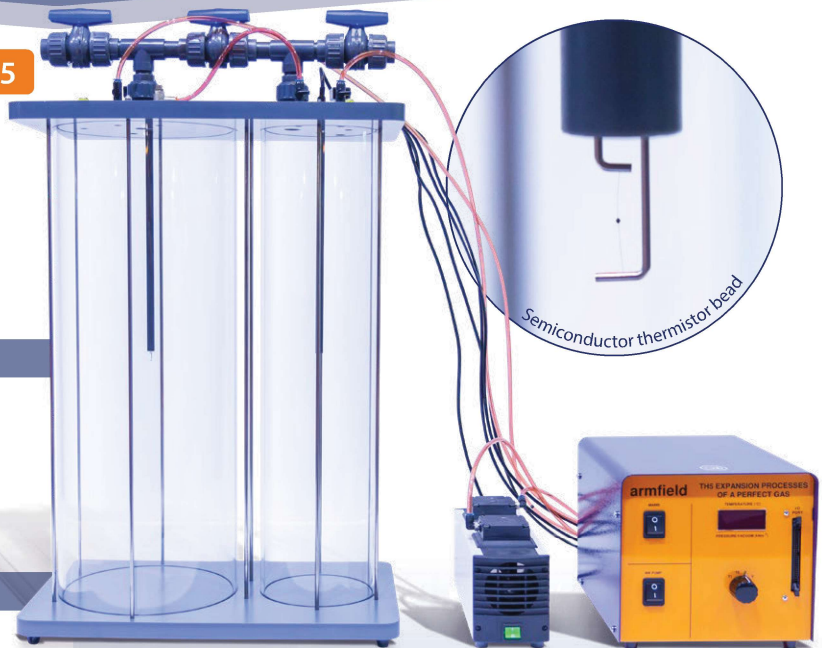
La unidad Armfield TH5 de Procesos de Expansión de un Gas Perfecto está diseñada para introducir a los estudiantes al comportamiento de un gas perfecto ante cambios de presión y temperatura. Dos recipientes interconectados —uno para presión y otro para vacío— están equipados con sensores de presión piezorresistivos y termistores de respuesta rápida. Operando un conjunto de válvulas de bola y de aguja, los estudiantes generan cambios de presión rápidos (adiabáticos) o graduales (isotérmicos) y observan directamente la respuesta transitoria de temperatura.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Termodinámica (Primera Ley, comportamiento del gas ideal, procesos adiabáticos e isotérmicos)
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ley de los gases ideales** - Relaciona presión, volumen y temperatura de un gas perfecto ($PV = nRT$)
- ▶ **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía que sustenta los procesos de expansión y equalización ($dU = dQ + dW$)
- ▶ **Teoría del proceso adiabático** - Cambio rápido de presión sin transferencia de calor con el entorno
- ▶ **Teoría del proceso isotérmico** - Proceso lento que se mantiene en equilibrio térmico con el entorno
- ▶ **Razón de capacidades caloríficas** ($\gamma = C_p/C_v$) - Determinada experimentalmente por el método de Clément-Desormes
- ▶ **Procesos reversibles e irreversibles** - Cambio de entropía asociado a procesos reales frente a idealizados
- ▶ **Teoría del proceso isentrópico** - Caso idealizado, a entropía constante, de un proceso adiabático reversible
- ▶ **Presión manométrica y absoluta** - Relación entre la presión medida (manométrica) y la presión absoluta
- ▶ **Teoría de respuesta del termistor** - Relación no lineal resistencia/temperatura de las sondas



Semiconductor thermistor bead



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Software educativo para TH1-TH5 en pendrive USB, con registrador de datos incluido (requiere un PC con Windows 7 o superior y puerto USB)

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes explican los principios de los procesos adiabáticos, isotérmicos, isentrópicos y reversibles/irreversibles, distinguen la presión manométrica de la absoluta y describen cómo generan sus lecturas los sensores de presión piezorresistivos y las sondas de termistor.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

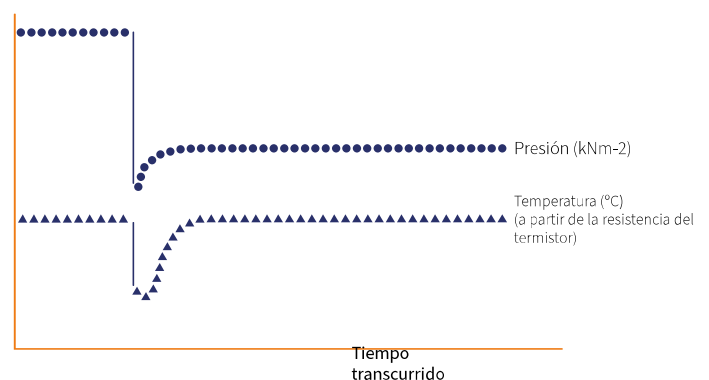
Los estudiantes aplican la ley de los gases ideales y la primera ley de la termodinámica para calcular la razón de capacidades caloríficas del aire por el método de Clément-Desormes, determinan la razón de volúmenes de los dos recipientes a partir de datos de presión isotérmica, y analizan las respuestas transitorias de presión y temperatura tras maniobras rápidas de válvula para evaluar si se cumplen los supuestos adiabático o isotérmico.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería. Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la exactitud de las razones de capacidades caloríficas y de volúmenes obtenidas experimentalmente frente a las expectativas teóricas, identifican fuentes de error como la transferencia de calor durante una etapa nominalmente adiabática o una fuga en un recipiente, y diseñan proyectos de investigación ampliados con configuraciones alternativas de recipientes y mezcla adiabática entre ellos.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Respuesta del recipiente presurizado tras una despresurización breve



Requisitos		Dimensiones/Consola			Escala
1Ph COLD DRAIN		Largo	0.460	0.300	
		Ancho	0.280	0.220	
		Alto	0.800	0.220	
Llenar con agua fría limpia (0,1 litros)					

Códigos de pedido

- ▶ TH5-A : 220-240V/1ph/50Hz, 6A
- ▶ TH5-B : 120V/1ph/60Hz, 13A
- ▶ TH5-G : 220-240V/1ph/60Hz, 6A

Nos reservamos el derecho de modificar estas especificaciones sin aviso previo. S.E.U.O. © 2026 Armfield Ltd. Todos los derechos reservados.



Condensación en Película y en Gotas TH6

La unidad TH6 de Condensación en Película y en Gotas es un equipo de sobremesa autónomo, diseñado para entregar resultados visuales y cuantitativos sobre la transferencia de calor durante la condensación.

La generación de vapor y ambos tipos de condensación ocurren dentro de una única cámara de vidrio de pared gruesa: la tapa inferior aloja una resistencia eléctrica de potencia variable, mientras la tapa superior lleva dos condensadores de cobre enfriados por agua, desarrollados especialmente, uno chapado en oro para favorecer la condensación en gotas y el otro en su estado natural para producir condensación en película.

Los condensadores presentan al vapor una superficie casi isotérmica y están instrumentados de modo que la temperatura media superficial se obtiene sin perturbar la superficie. Los caudales de agua de enfriamiento se miden con caudalímetros con válvulas de control, un termómetro electrónico multipunto indica todas las temperaturas relevantes, y una bomba de vacío de chorro de agua permite extraer el aire, con lo que puede demostrarse el efecto del aire en los condensadores a presiones de hasta la atmosférica.

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Condensación en película** - Formación de una película líquida continua sobre una superficie de cobre lisa, donde la película actúa como la resistencia dominante a la transferencia de calor
- **Condensación en gotas** - Formación de gotas discretas sobre una superficie no humectante (chapada en oro), que da coeficientes superficiales de transferencia de calor mucho mayores
- **Coefficiente superficial de transferencia de calor** - Determinación del coeficiente de condensación a partir del flujo de calor medido y la diferencia entre las temperaturas de saturación y de superficie
- **Flujo de calor** - Transferencia de calor por unidad de área, con flujos cercanos a 10^6 W/m^2 alcanzables en el condensador de gotas
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en el agua de enfriamiento, con la transferencia de calor calculada a partir del caudal medido y el aumento de temperatura ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$)
- **Calor latente de vaporización** - Energía liberada por el vapor al condensar y absorbida por el agua de enfriamiento
- **Relación presión-temperatura de saturación** - Estudio de la curva de saturación del agua entre aproximadamente 20°C y 100°C
- **Ley de Dalton de las presiones parciales** - Efecto del aire y otros gases no condensables sobre la presión de la cámara y el desempeño del condensador
- **Ebullición nucleada** - Observación visual de la ebullición nucleada en la resistencia sumergida

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen los mecanismos de condensación en película y en gotas y explican por qué una superficie no humectante favorece la formación de gotas, definen flujo de calor, coeficiente superficial de transferencia de calor y temperatura de saturación, e identifican las funciones del generador de vapor, los condensadores, la instrumentación de presión y el sistema de extracción de aire.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes miden caudales de agua de enfriamiento y aumentos de temperatura para determinar el flujo de calor y los coeficientes superficiales de transferencia de calor en ambos modos de condensación a presiones de hasta la atmosférica, construyen la curva presión-temperatura de saturación del agua entre unos 20°C y 100°C , e investigan el efecto del aire en la cámara sobre el desempeño del condensador como demostración de la Ley de Dalton.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería. **Evaluar y Crear**

Los estudiantes evalúan el desempeño relativo de la condensación en gotas y en película y sus coeficientes medidos frente a correlaciones publicadas, valoran la dificultad práctica de sostener la condensación en gotas en planta industrial, y justifican medidas de diseño y operación, como la purga de no condensables en condensadores de vapor para aplicaciones de generación y de proceso.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica (cambio de fase, condiciones de saturación y condensación)
- Transferencia de Calor (condensación y ebullición)
- Instrumentación y Medición
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Requisitos



Dimensiones

Largo	0.710
Ancho	0.240
Alto	0.710

Escala



- **Alimentación eléctrica:** 220/240 V, monofásica, 50/60 Hz, 13 A (o dos fases de un suministro de 220/240 V entre líneas; existe variante de 110/130 V). Apta para una carga de 3 kW
- **Suministro de agua fría:** llave para manguera de 13 mm, hasta $0,6 \text{ l min}^{-1}$ a 30 m de columna (3 bar), y un desagüe abierto capaz de recibir ese caudal
- **Llenado inicial:** aproximadamente 0,5 litro de agua destilada/desionizada, reponiéndola a medida que se consume
- **Superficie nivelada**

Códigos de pedido

TH6-A: 3 kW 220/240 V, monofásica, 50 Hz
TH6-G: 3 kW 110/120 V, monofásica, 60 Hz



Refrigeración por Compresión de Vapor RA1

El Armfield RA1-MKII es un sistema autónomo de refrigeración por compresión de vapor, controlado por computador, que demuestra el ciclo de refrigeración más usado en la actualidad.

Todas las variables de proceso relevantes se registran automáticamente mediante una interfaz USB integrada, con visualización en tiempo real de las condiciones de sobrecalentamiento y del Coeficiente de Desempeño. Los circuitos separados de refrigerante y de agua permiten realizar balances de energía completos en todo el sistema.

Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica (ciclo de compresión de vapor, refrigeración y bombas de calor)
- Transferencia de Calor y Balances de Energía
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Primera Ley de la Termodinámica** - Conservación de la energía aplicada a los balances en el condensador y el evaporador
- **Segunda Ley de la Termodinámica** - Principio de la máquina térmica invertida que sustenta la refrigeración y las bombas de calor
- **Ciclo de refrigeración por compresión de vapor** - Etapas de compresión, condensación, expansión y evaporación representadas en el diagrama temperatura-entropía (T-s)
- **Coeficiente de Desempeño (COP)** - Razón entre el calor intercambiado en el evaporador y el trabajo aportado por el compresor
- **Relación presión-temperatura de saturación** - Comportamiento de las propiedades del refrigerante R134a y uso de tablas termodinámicas
- **Sobrecalentamiento y subenfriamiento** - Desviación de la temperatura del refrigerante respecto de la saturación y su papel en la operación estable del sistema
- **Entalpía y calor latente** - Cambios de calor sensible y latente durante la condensación y la evaporación a presión constante
- **Proceso de estrangulamiento** - Expansión isentálpica del refrigerante a través de la válvula de expansión termostática (TXV)
- **Teoría de intercambiadores de calor** - Transferencia de calor entre corrientes separadas en intercambiadores de placas soldadas ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$)
- **Trabajo y rendimiento del compresor** - Relación entre la potencia eléctrica aportada y el trabajo termodinámico realizado sobre el refrigerante.

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican los componentes del sistema de refrigeración por compresión de vapor —compresor, condensador, recificador, filtro, visor, válvula de expansión termostática y evaporador— y explican la función de cada uno dentro del ciclo. Definen temperatura de saturación, sobrecalentamiento y Coeficiente de Desempeño, y relacionan las temperaturas y presiones medidas con las etapas del ciclo en un diagrama T-s.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

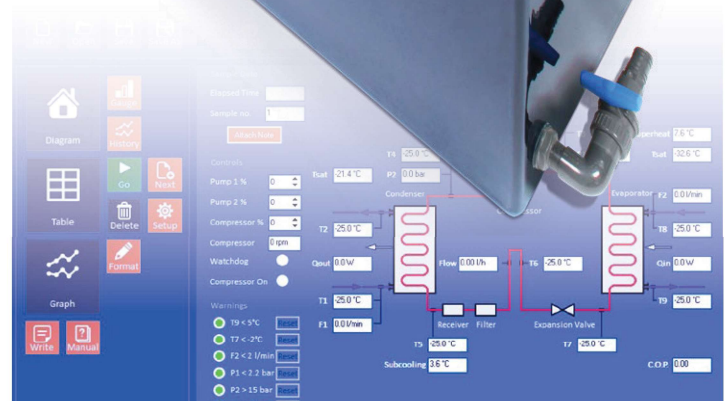
Aplicar y Analizar

Los estudiantes operan el sistema completamente instrumentado, variando los caudales de agua del condensador y del evaporador, la velocidad del compresor y el ajuste de la válvula de expansión, mientras registran la respuesta del sistema. Realizan balances de energía en ambos intercambiadores, aplican tablas de propiedades del R134a para calcular el caudal másico, el trabajo del compresor y los rendimientos de cada componente, y analizan el efecto de cada variable de operación sobre el COP.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería. Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan el desempeño global y por componente para determinar los caudales de agua óptimos, el flujo de refrigerante y el ajuste de sobrecalentamiento de la válvula de expansión para una carga dada. Diagnostican condiciones de operación no óptimas con el visor y las advertencias del software, realizan modelación termodinámica del sistema y proponen estrategias de operación que equilibran la capacidad de enfriamiento con el consumo del compresor.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Sistema controlado por computador con adquisición automática de datos y visualización tabular y gráfica.

- Esquema en tiempo real con los datos de los sensores en vivo y el Coeficiente de Desempeño (COP) instantáneo.
- Control de velocidad variable del compresor, de la bomba de agua de enfriamiento del condensador y de la bomba de agua de calentamiento del evaporador.
- Protección integrada contra uso indebido, con sistema de alarma automático.

Especificaciones técnicas

Sistema de refrigeración	Por compresión de vapor
Refrigerante	R134a
Condensador	Intercambiador de placas soldadas con agua como medio de transferencia
Evaporador	Intercambiador de placas soldadas con agua como medio de transferencia
Depósito de agua	Capacidad útil 400 litros
Sensores de temperatura	Termistor NTC
Caudalímetro refrigerante	De área variable

Requisitos



Dimensiones

Largo	1.090
Ancho	0.710
Alto	1.290

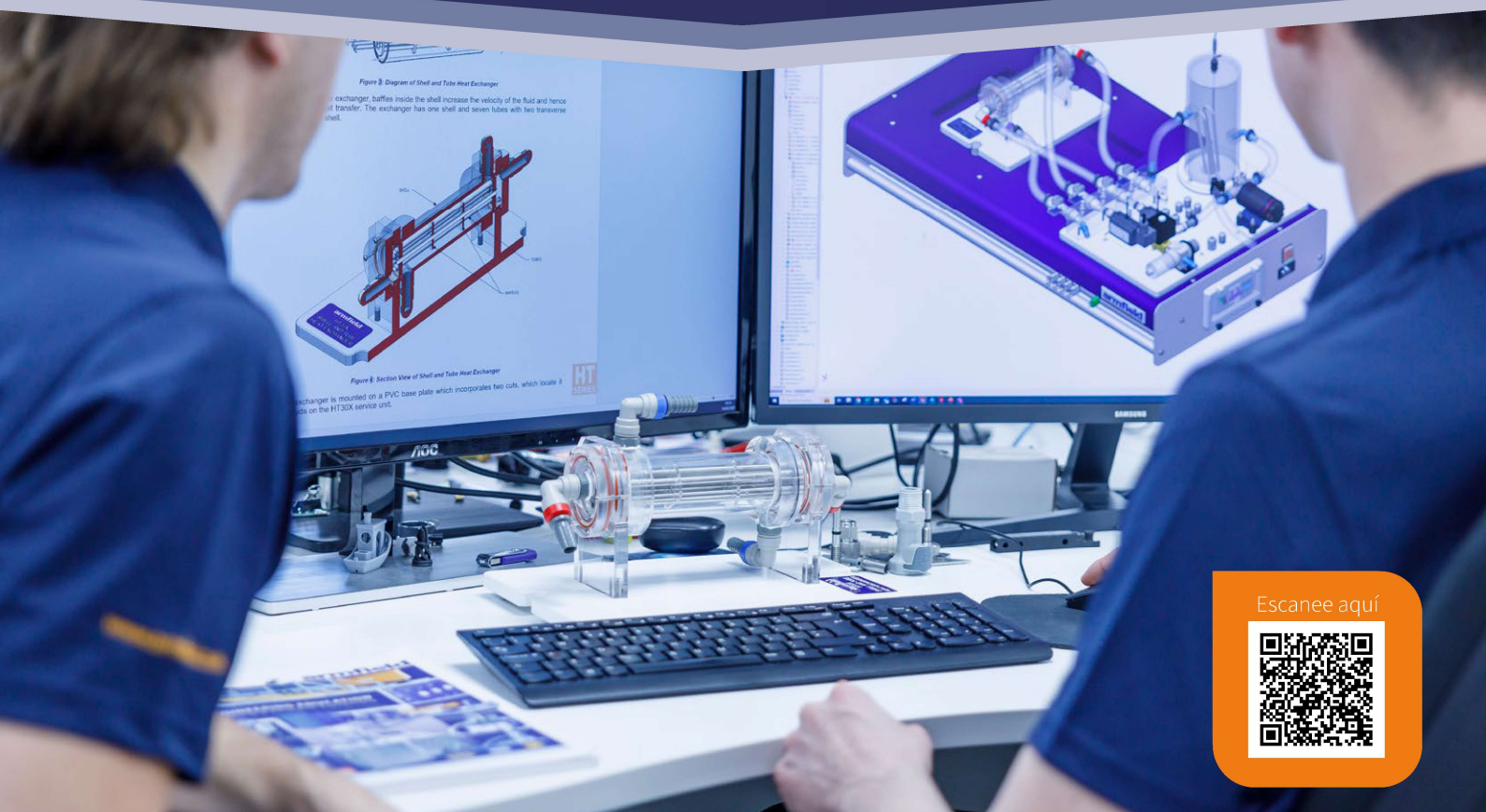
Escala



- **Alimentación eléctrica:** Monofásica (ver códigos de pedido)
- **Requisitos de PC:** Con Windows 7 o superior y

Códigos de pedido

- RA1-MKII-A : 220-240V/1ph/50Hz, 5A
- RA1-MKII-B : 120V/1ph/60Hz, 10A
- RA1-MKII-C : 220-240V/1ph/60Hz, 5A



Escanee aquí



INSTALACIÓN EXPERTA PUESTA EN MARCHA CAPACITACIÓN

Acompañándolo desde el primer día

Armfield asegura que sus sistemas queden plenamente operativos desde el primer día. La capacitación se realiza normalmente durante la instalación, con sesiones adicionales disponibles en la casa matriz de Armfield en el Reino Unido.

GRACIAS POR ELEGIR ARMFIELD LTD

Es momento de dar servicio a su equipo Armfield

Mantenga su equipamiento rindiendo al máximo con nuestros servicios profesionales de mantenimiento. Llame o escanee para solicitar una cotización.

¿Por qué hacer mantenimiento?

Prolongue la vida útil de su equipo.
Evite reparaciones costosas.
Asegure eficiencia y seguridad óptimas.

Ideas creativas Diseño a medida

¿Necesita accesorios nuevos o diseños a medida? Creamos soluciones adaptadas en todo el mundo.
Consúltenos.

Reacondicionar: Actualizar o Renovar

Reacondicionamos equipos antiguos, reemplazando tuberías, consumibles y sellos para recuperar su desempeño óptimo.

Contáctenos Servicio al Cliente

Nuestro equipo de Servicio al Cliente puede ayudarlo con información, soporte técnico y capacitación.
sales@armfield.com



www.armfield.com
info@armfieldinc.com



Llamar

+44 (0)1425 478781



Unidad de Aire Acondicionado Controlada por Computador

El Armfield RA2 es un ducto de sobremesa completamente instrumentado y controlado por computador, que demuestra los cuatro procesos esenciales del aire acondicionado: calentamiento, enfriamiento, humidificación y deshumidificación.

El ducto transparente permite ver por completo el ventilador, el precalentador, el humidificador de vapor, el enfriador/deshumidificador y el recalentador, con temperatura y humedad relativa medidas en cada etapa. El registro de datos por USB en tiempo real y el control PID permiten establecer condiciones estables para un análisis psicrométrico completo.

RA2

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Termodinámica (psicrometría, aire acondicionado y sistemas HVAC)
- ▶ Transferencia de Calor y Masa y Balances de Energía
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Psicrometría y carta psicrométrica** - «Ecuación de estado» gráfica que relaciona temperatura de bulbo seco, razón de humedad, humedad relativa, entalpía y volumen específico del aire húmedo
- ▶ **Primera Ley de la Termodinámica** - Conservación de la energía aplicada a los balances en los calentadores, el humidificador y el enfriador
- ▶ **Humedad relativa y presión de vapor de saturación** - Razón entre la presión de vapor real y la de saturación, y su variación con la temperatura
- ▶ **Razón de humedad** - Masa de vapor de agua por unidad de masa de aire seco durante el calentamiento, la humidificación y la deshumidificación
- ▶ **Punto de rocío y deshumidificación por enfriamiento** - Condensación de la humedad al enfriar el aire por debajo de su temperatura de saturación
- ▶ **Entalpía del aire húmedo** - Contenido combinado de calor sensible y latente de la mezcla aire-vapor
- ▶ **Calor sensible y latente** - Calentamiento sin cambio de fase frente al calor absorbido o liberado en la evaporación y la condensación
- ▶ **Ley de los gases ideales y volumen específico** - Densidad del aire húmedo calculada a partir de la temperatura, la presión y la razón de humedad
- ▶ **Ecuación de continuidad y caudal máxico** - Flujo máxico de aire determinado a partir de la velocidad medida, el área del ducto y el volumen específico
- ▶ **Ciclo de refrigeración por compresión de vapor** - Sistema con R134a que entrega la capacidad de enfriamiento y deshumidificación mediante un evaporador de expansión directa

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican los componentes del sistema de aire acondicionado — ventilador axial, precalentador, humidificador de vapor, evaporador/enfriador, recalentador y los sensores de temperatura y humedad relativa de cada etapa— y explican la función de cada uno dentro del proceso de tratamiento de aire. Definen temperatura de bulbo seco, humedad relativa, razón de humedad, punto de rocío y entalpía, y ubican el estado del aire en cada punto de medición sobre la carta psicrométrica.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes operan el ducto completamente instrumentado, variando la velocidad del ventilador, la potencia de los calentadores, el ajuste de la caldera y la operación del enfriador, mientras registran la respuesta del sistema. Trazan el calentamiento sensible, la humidificación y el enfriamiento con deshumidificación en la carta psicrométrica, calculan razón de humedad, entalpía, volumen específico y caudal máxico de aire, y realizan balances de masa y energía en cada etapa, incluida la estimación de la tasa de deshumidificación a partir del condensado recogido.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan los balances de energía y el rendimiento de calentamiento a lo largo del ducto, valoran las implicancias energéticas de deshumidificar por enfriamiento seguido de recalentamiento, y ajustan los lazos de control PID para establecer condiciones objetivo estables. Proponen estrategias de acondicionamiento para alcanzar un estado de aire especificado partiendo de condiciones ambientales variables, y pueden extender el trabajo a la investigación independiente de los efectos del calor latente.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Un sistema opcional de adquisición automática de datos entrega visualización tabular y gráfica en tiempo real. Los datos en vivo de los sensores y el Coeficiente de Desempeño (COP) instantáneo se muestran dentro de un esquema interactivo del sistema, lo que permite analizar el desempeño de inmediato.

Los estudiantes pueden estudiar tendencias, comparar condiciones de operación y profundizar su comprensión mediante un aprendizaje basado en datos, tanto en el laboratorio como de forma remota fuera de las sesiones prácticas programadas.

Especificaciones técnicas

Ducto transparente:	200mm x 200mm
Precalentador:	400w
Recalentador:	200w
Volumen total del humidificador:	5ltr
Unidad humidificadora:	500w @20°C
Sensor de velocidad de aire, anemómetro de película caliente:	0-10m/s
Sensor de temperatura / humedad relativa x 4:	Entrada del ducto
(10 a 100 % de humedad relativa)	Antes del evaporador
	Después del evaporador
	Salida del ducto

Requisitos



Dimensiones

Largo	1.720
Ancho	0.400
Alto	0.620

Escala



- ▶ **Alimentación eléctrica:** Monofásica (ver códigos de pedido)

- ▶ **Se requiere agua destilada**

- ▶ **Computador:** Requiere un PC con Windows (Windows 7 o superior) y puerto USB para el software de registro de datos

Códigos de pedido

- ▶ **RA2-MKII-A:** 220-240V/1ph/50Hz, 13A
- ▶ **RA2-MKII-B:** 120V/1ph/60Hz, 25A
- ▶ **RA2-MKII-C:** 220-240V/1ph/60Hz, 13A

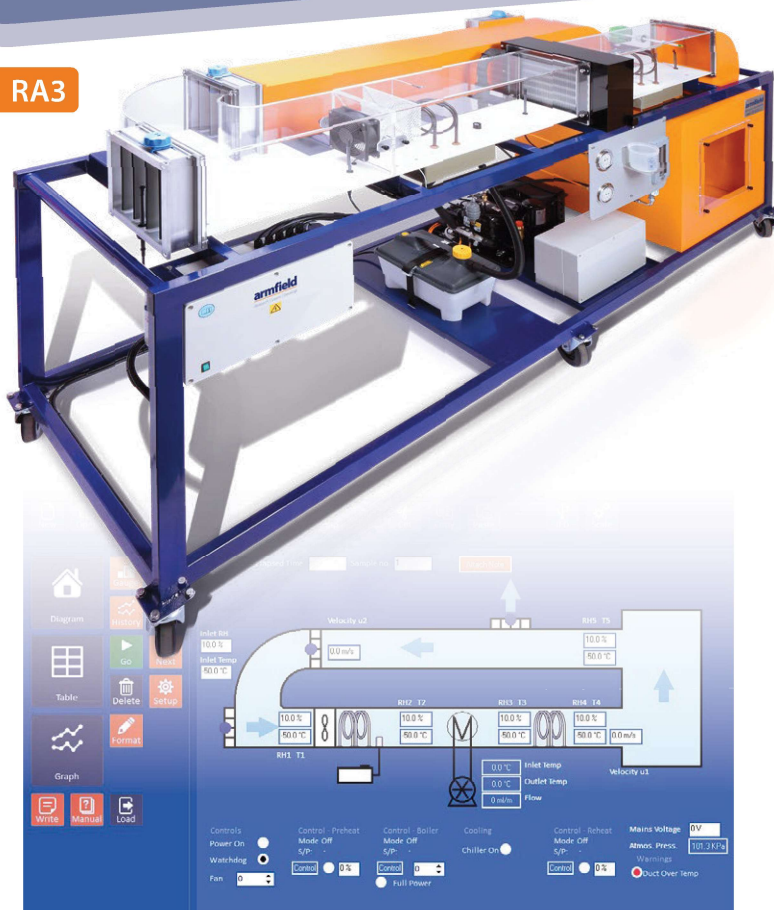
Nos reservamos el derecho de modificar estas especificaciones sin aviso previo. S.E.U.O. © 2026 Armfield Ltd. Todos los derechos reservados.



Unidad de Aire Acondicionado Controlada por Computador

El Armfield RA3 es un sistema de aire acondicionado de piso, completamente instrumentado y controlado por computador, con todas las prestaciones del RA2 más una cámara climática cerrada y recirculación ajustable del aire de vuelta al ducto de acondicionamiento. El ducto transparente permite ver por completo el ventilador, el precalentador, el humidificador de vapor, el enfriador/deshumidificador y el recalentador, con temperatura y humedad relativa medidas en seis etapas y caudal de aire medido en ambos ductos. El registro de datos por USB en tiempo real y el control PID permiten establecer condiciones estables para un análisis psicrométrico y del ciclo de refrigeración completo.

RA3



Software Opcional

TH-DTA-ALITE:

Un sistema opcional de adquisición automática de datos entrega visualización tabular y gráfica en tiempo real. Los datos en vivo de los sensores y el Coeficiente de Desempeño (COP) instantáneo se muestran dentro de un esquema interactivo del sistema, lo que permite analizar el desempeño de inmediato.

Los estudiantes pueden estudiar tendencias, comparar condiciones de operación y profundizar su comprensión mediante un aprendizaje basado en datos, tanto en el laboratorio como de forma remota fuera de las sesiones prácticas programadas.

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Psicrometría y carta psicrométrica** - «Ecuación de estado» gráfica que relaciona temperatura de bulbo seco, razón de humedad, humedad relativa, entalpía y volumen específico del aire húmedo
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Conservación de la energía aplicada a los balances en los calentadores, el humidificador, el enfriador y el sistema de recirculación
- **Humedad relativa y presión de vapor de saturación** - Razón entre la presión de vapor real y la de saturación, y su variación con la temperatura
- **Razón de humedad** - Masa de vapor de agua por unidad de masa de aire seco durante el calentamiento, la humidificación y la deshumidificación
- **Punto de rocío y deshumidificación por enfriamiento** - Condensación de la humedad al enfriar el aire por debajo de su temperatura de saturación
- **Entalpía del aire húmedo** - Contenido combinado de calor sensible y latente de la mezcla aire-vapor
- **Mezcla adiabática de corrientes de aire** - Balances de masa y energía en la mezcla de aire recirculado y aire fresco a la entrada del ducto
- **Ley de los gases ideales y volumen específico** - Densidad del aire húmedo calculada a partir de la temperatura, la presión y la razón de humedad
- **Ecuación de continuidad y caudal másico** - Flujo másico de aire en cada ducto determinado a partir de la velocidad medida, el área del ducto y el volumen específico
- **Ciclo de refrigeración por compresión de vapor** - Sistema con R134a estudiado mediante el diagrama T-s, con presiones, temperaturas y caudal del refrigerante medidos a lo largo del ciclo

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican los componentes del sistema de aire acondicionado con recirculación —ventilador axial, precalentador, humidificador de vapor, evaporador/enfriador, recalentador, cámara climática y las celosías de entrada, internas y de salida— y explican la función de cada uno dentro del proceso de tratamiento de aire. Definen temperatura de bulbo seco, humedad relativa, razón de humedad, punto de rocío y entalpía, y ubican el estado del aire en cada uno de los seis puntos de medición sobre la carta psicrométrica.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes operan el ducto completamente instrumentado, variando la velocidad del ventilador, la potencia de los calentadores, el ajuste de la caldera, la operación del enfriador y la posición de las celosías, mientras registran la respuesta del sistema. Trazan los procesos de calentamiento, humidificación y deshumidificación en la carta psicrométrica, calculan razón de humedad, entalpía, volumen específico y caudal másico de aire en ambos ductos, y realizan balances de masa y energía en cada etapa y en la mezcla de aire recirculado y fresco, trazando el ciclo de compresión de vapor a partir de las condiciones medidas del refrigerante.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan los balances de energía y el rendimiento de calentamiento a lo largo del ducto, valoran cómo el grado de recirculación afecta la carga de los calentadores y el rendimiento global del sistema, y ajustan los lazos de control PID para establecer condiciones objetivo estables en la cámara climática. Proponen estrategias de acondicionamiento y recirculación para alcanzar un estado de aire ambiente especificado partiendo de condiciones variables, y pueden extender el trabajo a la investigación independiente del calor latente y del desempeño del ciclo de refrigeración.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica (*psicrometría, aire acondicionado, HVAC y sistemas de refrigeración*)
- Transferencia de Calor y Masa y Balances de Energía
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Manuales de la Ingeniería y Métodos Experimentales



Requisitos	Dimensiones	Escala
1Ph PC USB	Largo Ancho Alto 2.450 0.710 1.200	
► Alimentación eléctrica: Monofásica (ver códigos de pedido) ► Se requiere agua destilada ► Espacio mínimo de ventilación de 50 m ³ ► Computador: Requiere un PC con Windows (Windows 7 o superior) y puerto USB para el software de registro de datos ► puerto USB para el software de registro de datos		

Códigos de pedido

- RA3-MKII-A: 220-240V/1ph/50Hz, 13A
- RA3-MKII-B: 120V/1ph/60Hz, 25A
- RA3-MKII-C: 220-240V/1ph/60Hz, 13A

Nos reservamos el derecho de modificar estas especificaciones sin aviso previo. S.E.U.O. © 2026 Armfield Ltd. Todos los derechos reservados.



Unidad de Servicio de Transferencia de Calor

HT10X

La Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Armfield HT10X, compatible con computador, es la plataforma de sobremesa común para la gama de accesorios de pequeña escala HT11X-HT20X, que en conjunto demuestran los modos básicos de transferencia de calor: conducción, convección y radiación. La unidad de servicio entrega las alimentaciones eléctricas reguladas, el acondicionamiento de sensores, la medición de temperatura y potencia, y la interfaz USB integrada a través de la cual cada accesorio se opera y registra desde un PC compatible con Windows.

Módulos Curriculares Relacionados

- Transferencia de Calor (*fundamentos de conducción, convección y radiación*)
- Instrumentación y Medición
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Modos de transferencia de calor** - Conducción, convección y radiación como los tres mecanismos fundamentales demostrados en toda la gama de accesorios
- **Efecto termoeléctrico** - Medición de temperatura con termocuplas (efecto Seebeck) usada en toda la gama de accesorios
- **Medición de potencia eléctrica** - Potencia del calefactor determinada a partir de la tensión y la corriente continua medidas ($Q = VI$)
- **Calibración de sensores y acondicionamiento de señal** - Conversión de las señales brutas de los sensores en unidades de ingeniería de temperatura, velocidad y caudal
- **Teoría de adquisición de datos** - Muestreo, registro continuo y visualización en tiempo real de las variables de proceso mediante la interfaz USB
- **Análisis de error experimental** - Identificación de errores sistemáticos y aleatorios en mediciones de laboratorio con calentamiento eléctrico

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican las funciones de la unidad de servicio, las alimentaciones de los accesorios, los canales de medición de temperatura y potencia y la interfaz USB de adquisición de datos, y explican cómo una plataforma de medición común permite investigar y comparar los distintos mecanismos de transferencia de calor en toda la gama de accesorios.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes conectan los accesorios individuales a la unidad de servicio, configuran los canales de medición y usan los datos registrados de tensión, corriente y temperatura para determinar flujos de calor y características de transferencia, aplicando una práctica de instrumentación consistente en los experimentos de conducción, convección y radiación.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la exactitud y las limitaciones de la instrumentación compartida, valoran las fuentes de incertidumbre de medición comunes a la gama de accesorios y diseñan investigaciones ampliadas que aprovechan el registro continuo de datos por computador.

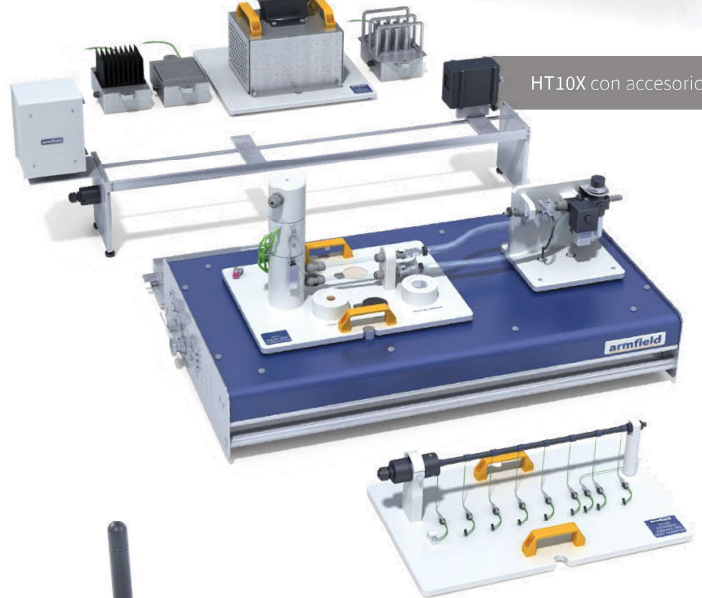
- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Requisitos	Dimensiones	Escala
1Ph PC USB	Largo 0.510 Ancho 0.950 Alto 0.330	

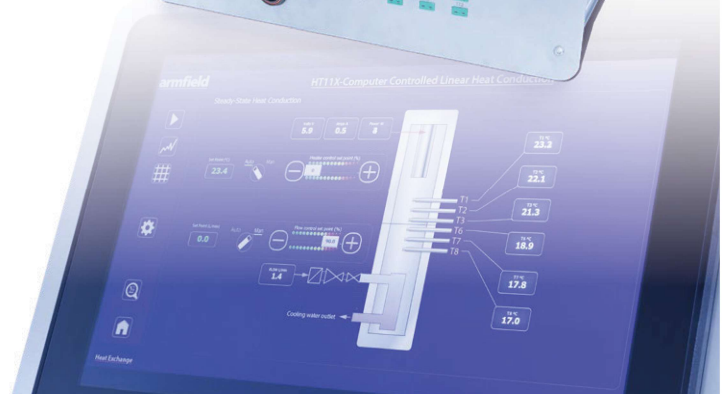
- **Alimentación eléctrica:** Trifásica (ver códigos de pedido)
- **Suministro de agua:** Agua fría y desagüe: 1,5 litros/minuto a 1 bar manométrico (mín.)
- **Se requiere al menos un módulo de transferencia de calor**
El software requiere un PC con Windows 7 o superior y puerto USB.



HT10X con accesorios

armBUS NetCan: conecta hasta 20
usuarios
a un mismo equipo

HT10X Tarjeta de entradas



Códigos de pedido

- **ArmBUS NetCan:** Interfaz de red
- **Unidad de Control Armfield 10 in**

Nos reservamos el derecho de modificar estas especificaciones sin aviso previo. S.E.U.O. © 2026 Armfield Ltd. Todos los derechos reservados.



Conducción Lineal de Calor HT11X

El accesorio Armfield HT11X de Conducción Lineal de Calor está diseñado para demostrar la aplicación de la Ecuación de Fourier a la conducción simple en estado estacionario en una dimensión. La unidad puede configurarse como una pared plana simple de material uniforme y sección constante, o como paredes planas compuestas con materiales distintos o cambios de sección, lo que permite investigar los principios del flujo de calor por conducción lineal.

La medición del flujo de calor y del gradiente de temperatura permite calcular la conductividad térmica del material, y el diseño también permite determinar la conductividad de muestras delgadas de material aislante. El HT11X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X y se opera desde un PC mediante la interfaz USB integrada.



Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (conducción en estado estacionario y transitorio)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ecuación de Fourier** - Tasa de conducción de calor unidimensional en estado estacionario, proporcional al área y al gradiente de temperatura ($Q = -kA \frac{dT}{dx}$)
- ▶ **Conductividad térmica** - La constante de proporcionalidad k , determinada experimentalmente para buenos conductores y aislantes
- ▶ **Paredes planas compuestas** - Resistencias térmicas en serie para materiales distintos y la distribución de temperatura resultante
- ▶ **Coefficiente global de transferencia de calor** - Coeficiente combinado U para el flujo de calor a través de una combinación de materiales en serie
- ▶ **Efecto del área de sección** - Gradiente de temperatura inversamente proporcional al área de sección para un flujo de calor constante
- ▶ **Resistencia térmica de contacto** - Efecto de las uniones imperfectas, la presión de apriete y la pasta conductora sobre la conducción entre materiales adyacentes
- ▶ **Teoría del aislamiento** - muestras aislantes delgadas
- ▶ **Conducción en estado transitorio** - Respuesta transitoria de temperatura a lo largo de una barra tras un cambio escalón en el flujo de calor
- ▶ **Medición de potencia eléctrica** - Flujo de calor hacia la muestra determinado a partir de la tensión y la corriente del calefactor ($Q = VI$)

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen el mecanismo de conducción en sólidos, enuncian la Ecuación de Fourier y definen conductividad térmica, resistencia térmica y coeficiente global de transferencia de calor. Explican cómo las secciones calentada, de muestra y enfriada del equipo generan un gradiente de temperatura unidimensional medible.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes miden distribuciones de temperatura a través de paredes planas uniformes y compuestas a distintas tasas de flujo de calor, aplican la Ecuación de Fourier para calcular la conductividad térmica de muestras conductoras y aislantes, determinan el coeficiente global de transferencia de calor para materiales en serie, y demuestran los efectos del área de sección y de la resistencia de contacto sobre los gradientes de temperatura.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan las conductividades experimentales frente a valores publicados, valoran la influencia de la resistencia de contacto, las pérdidas de calor y la posición de los sensores en la exactitud, y diseñan investigaciones ampliadas con materiales de muestra alternativos y conducción en estado transitorio usando registro continuo de datos por computador.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

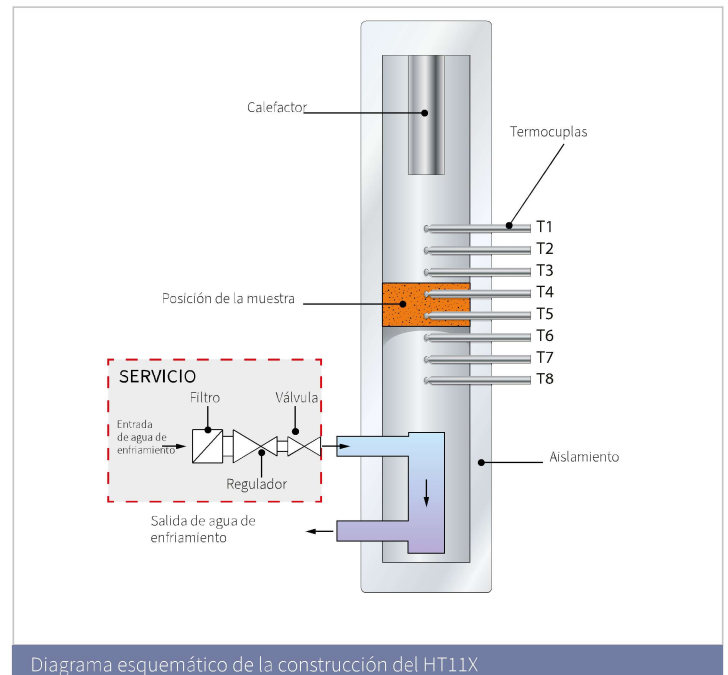


Diagrama esquemático de la construcción del HT11X

Requisitos

HT
10X

Dimensiones

Largo 0.430
Ancho 0.210
Alto 0.290

Escala



Toda la alimentación eléctrica y el suministro de agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT11X



Conducción Radial de Calor HT12X

El accesorio Armfield HT12X de Conducción Radial de Calor está diseñado para demostrar la aplicación de la Ecuación de Fourier a la conducción simple en estado estacionario, de forma radial a través de la pared de un tubo.

El arreglo utiliza un disco metálico macizo, calentado en el centro y enfriado en la periferia, con mediciones de temperatura a distintos radios, lo que permite investigar la distribución de temperatura y el flujo de calor por conducción radial.

El HT12X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X y se opera desde un PC mediante la interfaz USB integrada.



Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (conducción radial en estado estacionario y transitorio)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ecuación de Fourier en coordenadas cilíndricas** - Conducción radial en estado estacionario a través de la pared de un cilindro ($Q = 2\pi kL(T_1 - T_2)/\ln(r_2/r_1)$)
- ▶ **Distribución logarítmica de temperatura** - Variación de la temperatura con el logaritmo natural del radio en el flujo radial de energía
- ▶ **Conductividad térmica** - Determinación de la constante de proporcionalidad k del material del disco a partir del flujo de calor medido y la diferencia radial de temperatura
- ▶ **Resistencia térmica de una pared cilíndrica** - Concepto de resistencia al flujo radial de calor y su dependencia de la geometría
- ▶ **Conducción en estado transitorio** - Respuesta transitoria de temperatura en el disco tras un cambio escalón en el flujo de calor
- ▶ **Medición de potencia eléctrica** - Flujo de calor hacia el disco determinado a partir de la tensión y la corriente del calefactor ($Q = VI$)

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la conducción radial de calor a través de la pared de un cilindro, enuncian la Ecuación de Fourier en forma cilíndrica y explican por qué la distribución de temperatura en estado estacionario varía logarítmicamente con el radio, desde el centro calentado hasta la periferia enfriada del disco.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes miden la distribución radial de temperatura a distintas tasas de flujo de calor, grafican la temperatura frente al logaritmo del radio para confirmar el perfil teórico y aplican la forma cilíndrica de la Ecuación de Fourier para determinar la conductividad térmica del material del disco. Con el control por computador también observan los cambios transitorios de temperatura tras un cambio escalón en el flujo de calor.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

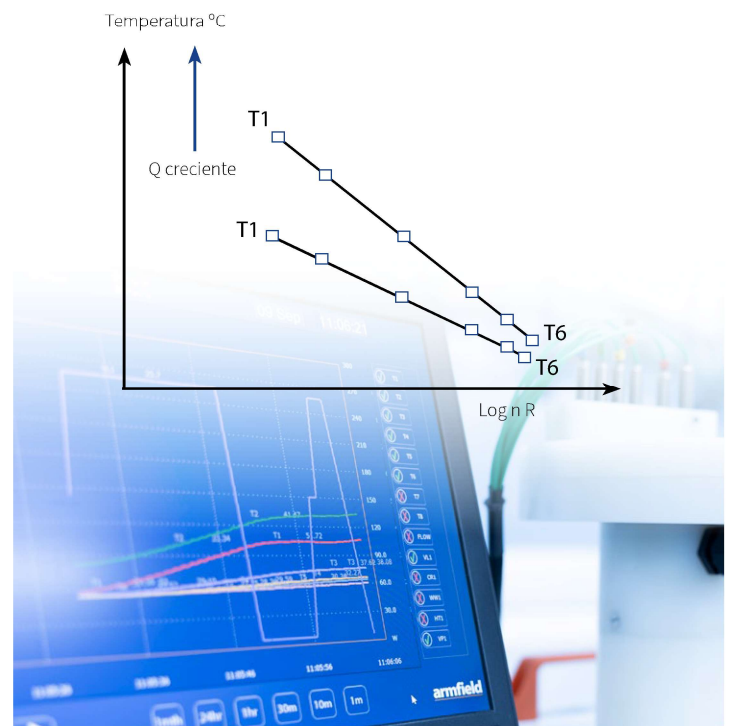
Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la conductividad obtenida experimentalmente frente a valores publicados, valoran el efecto de las pérdidas de calor y de la ubicación de los sensores en la exactitud, y comparan la conducción radial con la lineal para justificar el análisis apropiado en geometrías cilíndricas como tuberías y recipientes a presión.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Requisitos

HT
10X

Dimensiones

Largo
Ancho
Alto

0.430
0.210
0.290

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT11X



Leyes de la Transferencia de Calor por Radiación

HT13X

El accesorio Armfield HT13X de Leyes de la Transferencia de Calor por Radiación e Intercambio Radiante está diseñado para demostrar las leyes de la transferencia de calor por radiación y del intercambio radiante, usando radiación luminosa para complementar las demostraciones térmicas donde el uso de radiación térmica sería impracticable.

El equipo consta de un conjunto de fuentes de energía, instrumentos de medición, placas de apertura, placas de filtro y placas blanco, montados en un riel lineal en distintas combinaciones según el ejercicio elegido. El HT13X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X y se opera desde un PC mediante la interfaz USB integrada.



Módulos Curriculares Relacionados

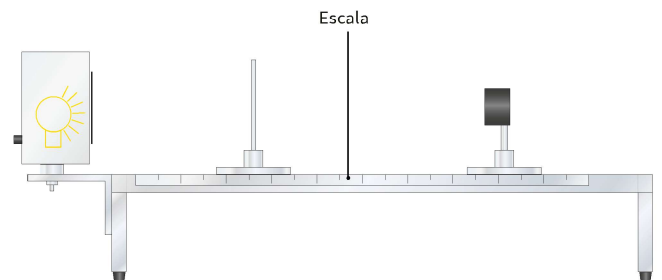
- ▶ Transferencia de Calor (*radiación térmica e intercambio radiante*)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ley del inverso del cuadrado** - Intensidad de radiación sobre una superficie inversamente proporcional al cuadrado de su distancia a la fuente, demostrada tanto para calor como para luz
- ▶ **Ley de Stefan-Boltzmann** - Intensidad de radiación que varía con la cuarta potencia de la temperatura absoluta de la fuente
- ▶ **Factor de vista (o de forma)** - Dependencia de la radiación recibida respecto de la geometría que vincula la fuente con el receptor
- ▶ **Emisividad de superficies** - Comparación de acabados pulido, gris y negro mate y su efecto sobre la radiación emitida y la temperatura superficial
- ▶ **Ley de Kirchhoff** - Igualdad entre emisividad y absorptividad de una superficie gris en equilibrio térmico
- ▶ **Intercambio de energía radiante entre superficies** - Intercambio de radiación en función de la geometría y la visibilidad mutua entre superficies
- ▶ **Ley del coseno de Lambert** - La radiación en una dirección que forma un ángulo con la superficie equivale a la radiación normal multiplicada por el coseno de ese ángulo
- ▶ **Ley de absorción de Lambert** - Reducción de la intensidad de la luz que atraviesa un material no opaco, en proporción al espesor y a la absorptividad

Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Esquema del HT13X para ejercicios con luz

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes enuncian las leyes fundamentales de la radiación térmica y luminosa —ley del inverso del cuadrado, ley de Stefan-Boltzmann, ley de Kirchhoff y leyes de Lambert—, definen emisividad, absorptividad y factor de vista, y explican el funcionamiento del radiómetro y del luxómetro empleados para medir la radiación.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

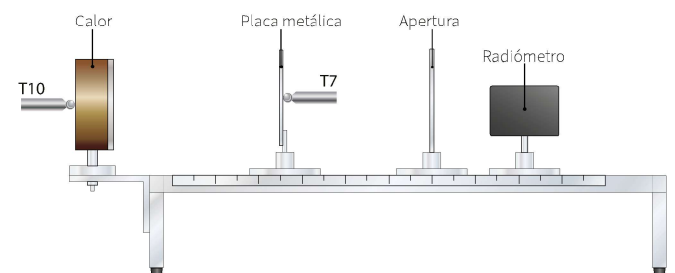
Los estudiantes miden la radiación recibida a distintas distancias, temperaturas de fuente, geometrías y acabados superficiales, verifican las leyes del inverso del cuadrado y de Stefan-Boltzmann, determinan factores de vista y emisividades superficiales, comprueban la ley de Kirchhoff en equilibrio térmico, y demuestran la ley del coseno de Lambert y la ley de absorción de Lambert usando la fuente de luz, las aperturas y las placas de filtro.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la concordancia entre la radiación medida y las predicciones teóricas, valoran fuentes de error como la radiación parásita y la respuesta del sensor, y aplican la teoría de la radiación a situaciones prácticas como la selección de acabados superficiales, el apantallamiento y el intercambio radiante entre superficies de ingeniería.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Esquema del HT13X para ejercicios con calor

Requisitos

HT10X

Dimensiones

Largo 1.230
Ancho 0.300
Alto 0.440

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

Códigos de pedido

▶ HT13X

Nos reservamos el derecho de modificar estas especificaciones sin aviso previo. S.E.U.O. © 2026 Armfield Ltd. Todos los derechos reservados.



Convección y Radiación Combinadas HT14X

El accesorio Armfield HT14X de Convección y Radiación Combinadas está diseñado para demostrar la transferencia de calor desde una superficie sólida hacia su entorno.

Una superficie caliente pierde calor por los modos combinados de convección y radiación; en la práctica son difíciles de aislar, por lo que analizar los efectos combinados variando la temperatura superficial y la velocidad del aire resulta un ejercicio docente valioso. La superficie calentada que se estudia es un cilindro horizontal que puede operarse en convección libre o, al situarse en una corriente de aire, en convección forzada. La medición de la temperatura superficial y de la potencia eléctrica aportada permite comparar los efectos combinados con la teoría, mostrando el predominio de la convección a bajas temperaturas superficiales y de la radiación a temperaturas altas. El HT14X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (convección libre y forzada, radiación térmica)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Mecánica de Fluidos
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ley de enfriamiento de Newton** - Transferencia de calor por convección proporcional al área superficial y a la diferencia de temperatura entre superficie y fluido ($Q = hA(T_s - T_a)$)
- ▶ **Ley de Stefan-Boltzmann** - Intercambio radiante entre la superficie del cilindro y su entorno, incorporando la emisividad superficial
- ▶ **Coefficientes combinados de transferencia** - Aportes del coeficiente convectivo H_c y del radiativo H_r a la pérdida total de calor, y su predominio relativo a temperaturas superficiales bajas y altas
- ▶ **Convección libre (natural)** - Flujo impulsado por flotabilidad desde un cilindro horizontal calentado y correlaciones empíricas del coeficiente convectivo natural
- ▶ **Convección forzada** - Efecto de la velocidad de aire impuesta sobre la transferencia desde la superficie del cilindro y correlaciones empíricas para flujo transversal a un cilindro
- ▶ **Coefficiente local de transferencia** - Variación del coeficiente local a lo largo de la circunferencia de un cilindro en flujo transversal
- ▶ **Grupos adimensionales** - Números de Reynolds y de Nusselt usados para correlacionar la convección forzada desde un cilindro
- ▶ **Balance de energía** - Potencia eléctrica aportada ($Q = VI$) igualada a la pérdida combinada por convección y radiación en estado estacionario

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen los mecanismos de convección libre, convección forzada y radiación térmica desde una superficie calentada, definen los coeficientes convectivo y radiativo de transferencia de calor, y explican por qué ambos modos no pueden aislarse con facilidad en una superficie real.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes miden la temperatura superficial y la potencia aportada a un cilindro horizontal en un rango de ajustes de potencia y velocidades de aire, calculan las componentes convectiva y radiativa de la pérdida de calor, comparan el predominio de H_c y H_r a temperaturas superficiales bajas y altas, demuestran el aumento de la transferencia por convección forzada, y trazan la variación del coeficiente local a lo largo de la circunferencia del cilindro.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

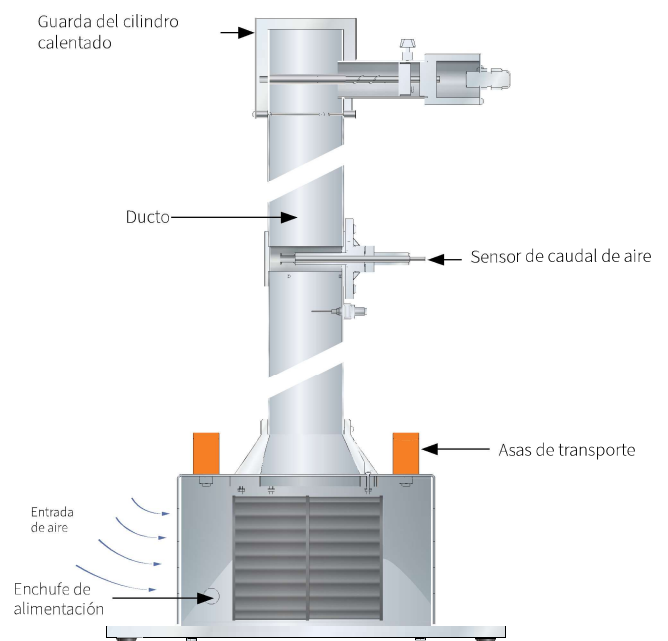
Los estudiantes evalúan la transferencia combinada medida frente a correlaciones teóricas, valoran los supuestos y las limitaciones de las correlaciones empíricas de convección, y aplican los resultados a decisiones prácticas de diseño como el dimensionamiento de elementos calefactores, la predicción de temperaturas superficiales seguras y la selección de acabados.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Requisitos	Dimensiones	Escala
HT 10X	Largo 0.350 Ancho 0.300 Alto 1.200	

Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT14X



Transferencia de Calor en Superficies Extendidas

HT15X

El accesorio Armfield HT15X de Transferencia de Calor en Superficies Extendidas está diseñado para demostrar los perfiles de temperatura y las características de transferencia de una superficie extendida (una aleta cilíndrica), donde el calor fluye a lo largo de la barra por conducción y se pierde desde su superficie por convección y radiación combinadas hacia el entorno.

Se calienta un extremo de la barra maciza y se mide la distribución de temperatura a lo largo de su superficie, lo que permite compararla con un análisis teórico. El HT15X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X y se opera desde un PC mediante la interfaz USB integrada.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*superficies extendidas, aletas y transferencia en modo combinado*)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Teoría de superficies extendidas (aletas)** - Análisis unidimensional de una aleta cilíndrica que combina la conducción a lo largo de la barra con la pérdida superficial de calor, y la ecuación diferencial resultante para la distribución de temperatura
- ▶ **Ecuación de Fourier** - Conducción de calor a lo largo de la barra y determinación de la conductividad térmica de su material
- ▶ **Ley de enfriamiento de Newton** - Pérdida de calor por convección desde la superficie de la barra, proporcional a la diferencia local de temperatura con el aire circundante
- ▶ **Ley de Stefan-Boltzmann** - Pérdida de calor por radiación desde la superficie de la barra hacia el entorno, incorporando la emisividad superficial
- ▶ **Convección y radiación combinadas** - Coeficiente superficial combinado que gobierna la pérdida total de calor de la superficie extendida
- ▶ **Distribución de temperatura en una aleta** - Perfil teórico de temperatura según la distancia al extremo calentado y su dependencia de la geometría de la barra, la conductividad y el coeficiente superficial
- ▶ **Efectividad de la aleta** - Uso de superficies extendidas para aumentar la transferencia de calor desde una superficie primaria

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen cómo una superficie extendida transfiere calor por conducción a lo largo de su longitud y lo pierde desde su superficie por convección y radiación, y explican el uso práctico de aletas y pines para mejorar la transferencia desde una superficie primaria.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

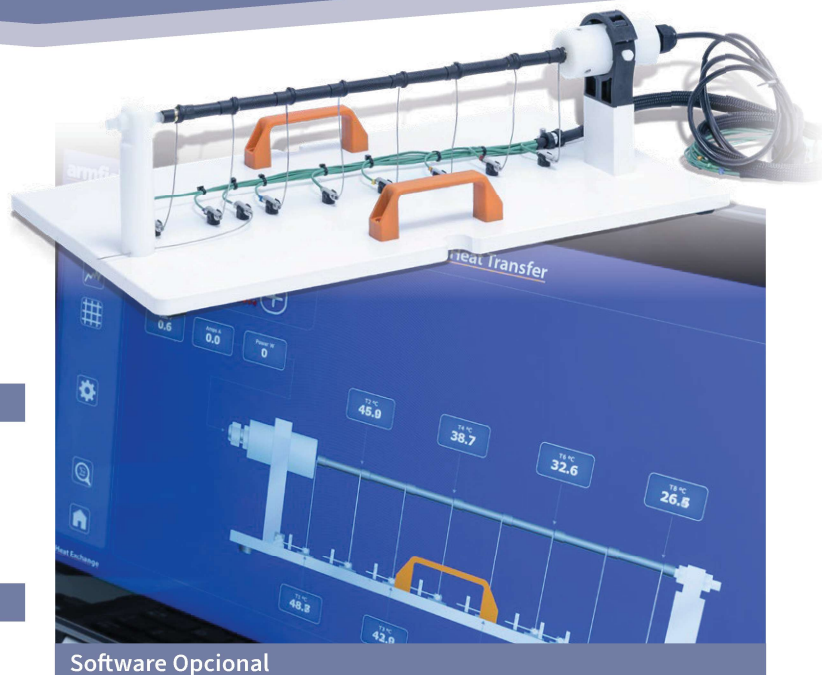
Los estudiantes miden la distribución de temperatura a lo largo de una barra cilíndrica calentada, comparan el perfil medido con el análisis teórico de aletas, calculan la transferencia total desde la superficie extendida por convección libre y radiación combinadas, y determinan la conductividad térmica del material de la barra a partir de la distribución medida.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

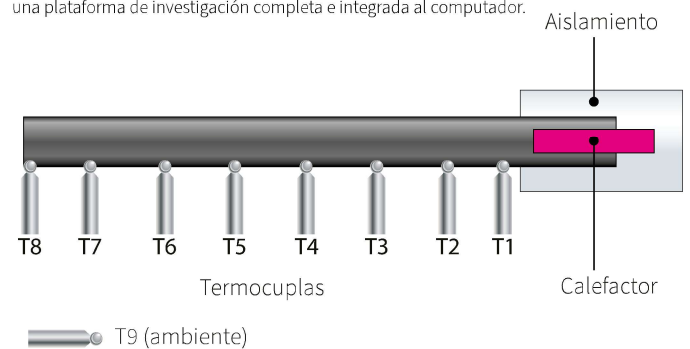
Los estudiantes evalúan la concordancia entre los perfiles de temperatura medidos y los predichos, valoran la sensibilidad del análisis al coeficiente superficial y a la emisividad supuestos, y aplican la teoría de superficies extendidas al diseño y la selección de superficies aleteadas en equipos reales de transferencia de calor.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



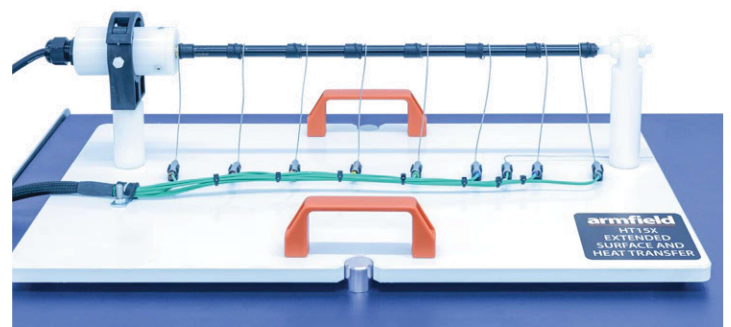
Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Esquema de la construcción del HT15X

Accesorio HT15X montado en la unidad de servicio



Requisitos

HT 10X

Dimensiones

Largo 0.500
Ancho 0.150
Alto 0.150

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT15X



Errores por Radiación en la Medición de Temperatura HT16X

El accesorio Armfield HT16X de Errores por Radiación en la Medición de Temperatura está diseñado para demostrar cómo las mediciones de temperatura pueden verse influidas por fuentes de radiación térmica. Un grupo de termocuplas mide la temperatura de una corriente de aire ambiente que pasa por un ducto de pared calentada, con lo que los sensores quedan expuestos a radiación térmica. Cada termocupla gana calor por radiación desde la pared calentada y lo pierde por convección hacia la corriente de aire y por conducción a lo largo del alambre, lo que produce un error medible que depende de la velocidad del aire, del tamaño del sensor y de su emisividad. También se demuestran métodos para reducir el error, entre ellos las pantallas de radiación. El HT16X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*radiación, convección y error de medición*)
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Teoría del error por radiación** - Elevación de la lectura del sensor por sobre la temperatura real del gas, causada por el intercambio radiante con superficies del entorno a distinta temperatura
- ▶ **Balance de energía del sensor** - Equilibrio en estado estacionario entre la ganancia por radiación, la pérdida por convección y la conducción por los conductores del sensor
- ▶ **Ley de Stefan-Boltzmann** - Intercambio radiante entre la pared calentada del ducto y la superficie de la termocupla, incorporando la emisividad
- ▶ **Ley de enfriamiento de Newton** - Pérdida de calor por convección desde el sensor hacia la corriente de aire y su dependencia de la velocidad del aire
- ▶ **Efecto del tamaño y la emisividad del sensor** - Influencia del diámetro y del acabado superficial en la magnitud del error por radiación
- ▶ **Teoría de la pantalla de radiación** - Uso de una pantalla entre el sensor y la fuente de radiación, y diseño de un termómetro resistente a la radiación, para reducir el error de medición
- ▶ **Efecto termoeléctrico** - Funcionamiento de la termocupla (efecto Seebeck) como base de la medición de temperatura en estudio

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes explican cómo la transferencia de calor por radiación entre un sensor de temperatura y su entorno produce errores de medición, e identifican los factores que determinan su magnitud: diferencia de temperatura, velocidad del aire, tamaño del sensor y emisividad del sensor.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes miden las lecturas de termocuplas de distinto tamaño y emisividad en una corriente de aire mientras la pared del ducto se calienta, cuantifican los errores por radiación resultantes al variar la velocidad del aire y la temperatura de pared, y aplican un balance de energía sobre el sensor para explicar el comportamiento observado. Luego demuestran la eficacia de una pantalla de radiación y de un diseño de termómetro resistente a la radiación para reducir el error.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

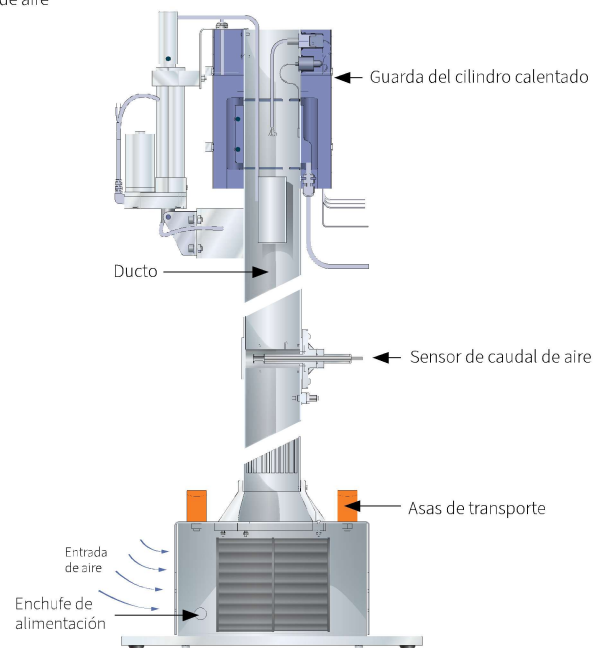
Los estudiantes evalúan métodos alternativos para reducir los errores por radiación, proponen una selección de sensores y prácticas de instalación adecuadas para medir con exactitud la temperatura de gases en situaciones industriales, y diseñan disposiciones de medición que minimizan el error sistemático cuando hay superficies calientes visibles para el sensor.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador. Salida de aire



Requisitos	Dimensiones	Escala
HT 10X	Largo 0.350 Ancho 0.300 Alto 1.220	

Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

- ▶ HT16X



Transferencia de Calor en Estado Transitorio

HT17X

El accesorio HT17X de Transferencia de Calor en Estado Transitorio está diseñado para permitir ejercicios de conducción de calor en estado transitorio, en los que formas sólidas simples se someten de forma repentina a convección con un fluido a temperatura constante. Se suministra un conjunto de cuerpos sólidos de distinta forma, tamaño y material, cada uno instrumentado con una termocupla en su centro. Cada cuerpo se estabiliza a temperatura ambiente y luego se sumerge repentinamente en un baño de agua caliente; la temperatura central cambiante se registra de forma continua, lo que permite analizar el flujo transitorio de calor con las cartas de temperatura transitoria y flujo de calor correspondientes. El HT17X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X y un PC conectado.

Módulos Curriculares Relacionados

- Transferencia de Calor (*conducción transitoria y condiciones de borde*)
- Termodinámica
- Instrumentación y Medición
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Conducción en estado transitorio** - Respuesta transitoria de temperatura en el centro de un sólido tras un cambio escalón en las condiciones de superficie
- **Condición de borde convectiva** - Transferencia de calor entre el cuerpo sumergido y el agua circundante, gobernada por el coeficiente superficial de transferencia
- **Número de Biot** - Razón entre la resistencia conductiva interna y la resistencia convectiva externa, que determina la validez del análisis de parámetros concentrados
- **Número de Fourier** - Tiempo adimensional que caracteriza el avance de la conducción transitoria
- **Cartas de temperatura transitoria y flujo de calor** - Uso de cartas analíticas (tipo Heisler) para analizar la conducción transitoria en placas, cilindros y esferas
- **Difusividad térmica** - Influencia combinada de la conductividad, la densidad y el calor específico en la velocidad de cambio de temperatura
- **Determinación de la conductividad térmica** - Método transitorio comparativo con cilindros de igual tamaño y distinto material
- **Efecto de forma, tamaño y material** - Influencia de la geometría y de las propiedades termofísicas en el flujo transitorio de calor

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes explican cómo la transferencia de calor por radiación entre un sensor de temperatura y su entorno produce errores de medición, e identifican los factores que determinan su magnitud: diferencia de temperatura, velocidad del aire, tamaño del sensor y emisividad del sensor.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes registran la temperatura central transitoria de cuerpos sólidos sumergidos repentinamente en agua caliente, analizan las respuestas con cartas de temperatura transitoria y flujo de calor, determinan la conductividad térmica de un cilindro comparándolo con otro similar de conductividad conocida, e investigan los efectos de la forma, el tamaño y las propiedades del material en el flujo transitorio de calor.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan los supuestos que sustentan el análisis basado en cartas, valoran la influencia del coeficiente superficial de transferencia y de la respuesta del sensor en los resultados, y diseñan proyectos ampliados que aplican el análisis de conducción transitoria a formas y materiales alternativos y a escenarios de temple o calentamiento.

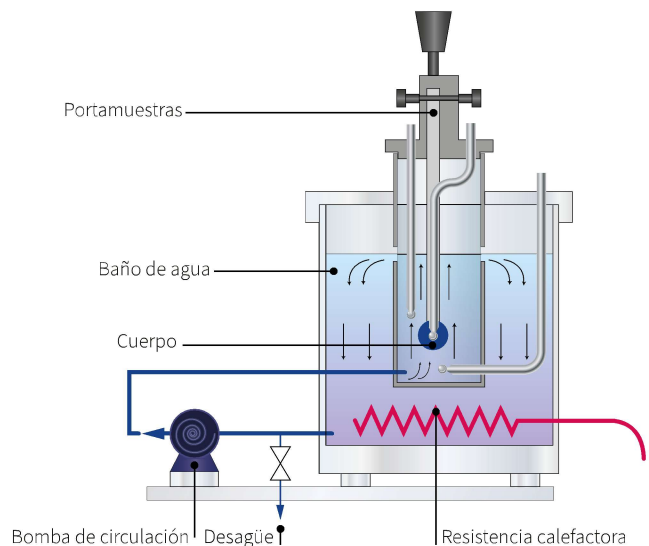
- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



HT17X Cuerpo esférico

Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Requisitos	Dimensiones		Escala
HT 10X	Largo	0.600	
	Ancho	0.400	
	Alto	0.670	

Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

► Códigos de pedido

► HT17X



Convección Libre y Forzada

HT19X

La unidad Armfield HT19X de Convección Libre y Forzada estudia la transferencia de calor por conducción y convección simultáneas, base de la mayoría de los calefactores industriales y equipos afines. Los coeficientes de transferencia se miden y predicen estudiando los perfiles de temperatura y el flujo de calor en un ducto vertical de aire con superficies de transferencia planas y extendidas. Los módulos intercambiables de conexión rápida incluyen una placa plana, un dissipador de pines y un dissipador de aletas, que se presentan a la corriente de aire. Cuenta con un ventilador de velocidad variable para la convección forzada, un sensor de velocidad de aire y una fuente de potencia variable de forma continua de 0 a 240 W. El HT19X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*convección libre y forzada, superficies extendidas*)
- ▶ Mecánica de Fluidos
- ▶ Termodinámica
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ley de enfriamiento de Newton** - Transferencia por convección desde una superficie calentada, proporcional al área y a la diferencia de temperatura entre superficie y aire
- ▶ **Convección libre (natural)** - Transferencia impulsada por flotabilidad desde placas calentadas en aire quieto y efecto de la orientación de la superficie (horizontal frente a vertical)
- ▶ **Convección forzada** - Aumento de la transferencia de calor con velocidad de aire impuesta a través del ducto
- ▶ **Teoría de superficies extendidas** - Uso de superficies con pines y aletas para aumentar la transferencia, y distribución de temperatura a lo largo de una superficie extendida
- ▶ **Grupos adimensionales** - Números de Reynolds, Grashof, Rayleigh y Nusselt, y la velocidad característica usada para caracterizar la convección libre y forzada
- ▶ **Coefficiente medio de transferencia** - Determinación del coeficiente promedio para convección forzada sobre un calefactor de pines (banco de tubos)
- ▶ **Balance de energía** - Relación entre la potencia eléctrica aportada, el aumento de temperatura del aire en el ducto y las temperaturas superficiales
- ▶ **Conceptos de capa límite** - Desarrollo de capas límite térmica y de velocidad sobre superficies planas y extendidas

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes distinguen la convección libre de la forzada, describen el papel de la flotabilidad y del flujo impuesto en cada una, explican el uso de superficies extendidas para mejorar la transferencia, y definen los números de Reynolds, Grashof, Rayleigh y Nusselt usados para caracterizar el comportamiento convectivo

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

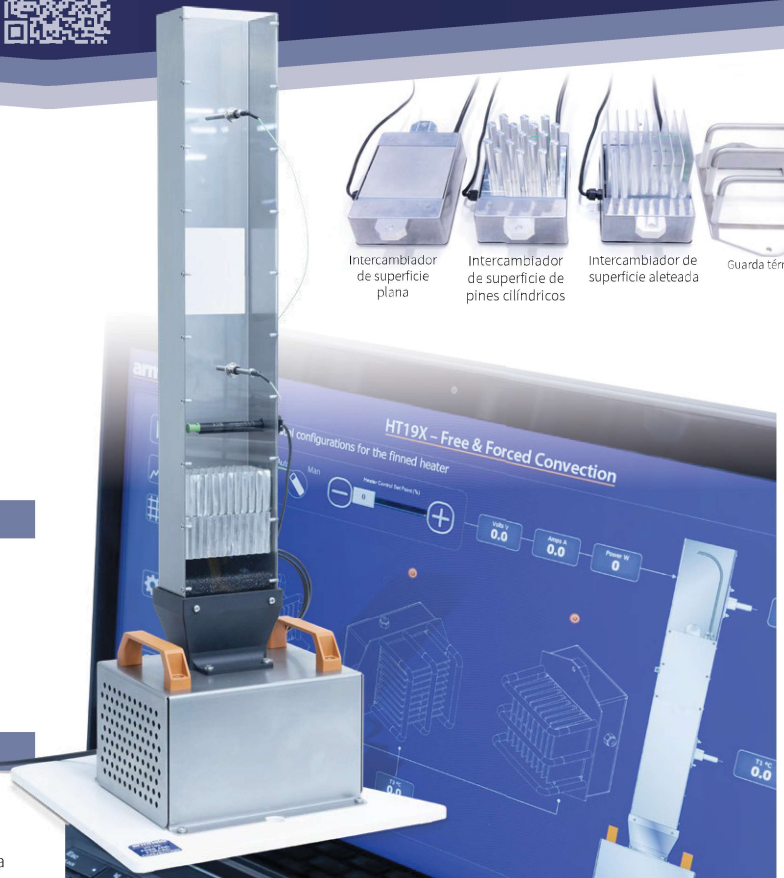
Los estudiantes miden la relación entre la potencia aportada y la temperatura superficial en convección libre y forzada, comparan calefactores planos, de pines y de aletas a distintas velocidades de aire, determinan distribuciones de temperatura a lo largo de superficies extendidas, calculan la velocidad característica y los números de Reynolds, Grashof y Rayleigh para convección libre sobre una placa plana, y determinan el coeficiente medio de transferencia para convección forzada sobre el calefactor de pines.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan el desempeño relativo de superficies planas y extendidas en distintas orientaciones y condiciones de flujo, comparan los coeficientes experimentales con correlaciones teóricas, y aplican sus hallazgos a la selección y orientación de dissipadores y superficies calentadas en el diseño térmico práctico.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Gráficos en tiempo real de los datos de transferencia de calor

Requisitos

**HT
10X**

Dimensiones

Largo **0.350**
Ancho **0.300**
Alto **0.950**

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT19X



Conductividad Térmica de Líquidos y Gases HT20X

El Armfield HT20X está diseñado específicamente para que los estudiantes midan y comparen las conductividades térmicas de distintos líquidos y gases.

La sección de ensayo consta de un núcleo cilíndrico de aluminio calentado eléctricamente, rodeado por una camisa cilíndrica de aluminio enfriada por agua, dispuestos concéntricamente de modo que se forma una pequeña holgura radial uniforme entre ambas partes, que se llena con el fluido en ensayo.

La medición de la diferencia de temperatura a través de la capa de fluido, junto con la potencia eléctrica aportada al calefactor, permite calcular la conductividad térmica del fluido. La construcción se mantiene simple para facilitar una limpieza rápida y eficaz y para minimizar las pérdidas térmicas. El HT20X se usa junto con la Unidad de Servicio de Transferencia de Calor HT10X.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*conducción en fluidos*)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Mecánica de Fluidos
- ▶ Instrumentación y Medición
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Ecuación de Fourier** - Conducción a través de una capa delgada de fluido de área y espesor constantes, que permite calcular la conductividad térmica a partir del flujo de calor y el gradiente de temperatura
- ▶ **Conductividad térmica de fluidos** - Comparación de conductividades de distintos líquidos y gases y su dependencia de la estructura molecular y la temperatura
- ▶ **Supresión de la convección** - Uso de una holgura radial pequeña para que la transferencia a través de la capa de fluido sea solo por conducción
- ▶ **Geometría de conducción radial** - Flujo de calor a través de la delgada holgura anular entre cilindros concéntricos calentado y enfriado
- ▶ **Pérdidas de calor incidentales** - Identificación y corrección del calor transferido por vías distintas a la conducción a través del fluido en ensayo
- ▶ **Medición de potencia eléctrica** - Calor aportado determinado a partir de la tensión y la corriente continua medidas ($Q = VI$)

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes explican cómo un gradiente de temperatura a través de una capa delgada de fluido de geometría conocida permite determinar la conductividad térmica, y por qué se usa una holgura pequeña para suprimir la convección de modo que la conducción sea el único mecanismo de transferencia significativo en la muestra

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes establecen un gradiente de temperatura a través de capas delgadas de líquidos y gases de ensayo, miden el flujo de calor y la diferencia de temperatura, aplican la Ecuación de Fourier para calcular la conductividad térmica del fluido, y consideran las pérdidas de calor incidentales en su análisis.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

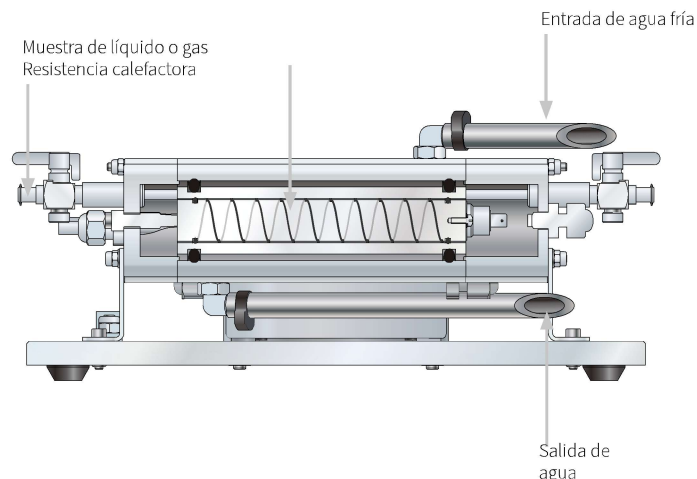
Los estudiantes evalúan las conductividades medidas frente a datos publicados de fluidos comunes, valoran la relevancia de la convección, las pérdidas y la incertidumbre de medición en el método, y proponen procedimientos para caracterizar otros fluidos de interés en ingeniería.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT10X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.



Requisitos	Dimensiones		Escala
HT 10X	Largo	0.300	
	Ancho	0.250	
	Alto	0.160	

Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT10X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT20X



armfield Academy

En Armfield tenemos el compromiso de entregar soluciones innovadoras que impulsen el éxito de todos nuestros clientes.

La Armfield Academy es una muestra de nuestra dedicación a la excelencia: estas instalaciones de primer nivel están diseñadas para ofrecer una experiencia inmersiva e interactiva a nuestros clientes y representantes, y nos permiten mostrar nuestros productos y servicios.

Agendar una visita a nuestra Sala de Demostración para Clientes es sencillo. Basta escribir a nuestro equipo a sales@armfield.co.uk para reservar un horario que le acomode.

Será un gusto recibirlo.



www.armfield.com



info@armfieldinc.com

Software Armfield



Llamar

+44 (0)1425 478781



Unidad de Servicio de Intercambiadores de Calor

HT30X

La Unidad de Servicio de Intercambiadores de Calor Armfield HT30X es la plataforma de sobremesa común para la gama HT31X–HT37X de intercambiadores de calor intercambiables de pequeña escala. La unidad de servicio entrega corrientes de agua caliente y fría de caudal variable para el intercambiador montado, junto con la medición y el control de caudal y temperatura y la posibilidad de registrar los resultados por computador, lo que permite investigar y comparar el desempeño de los distintos diseños sobre una base uniforme.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*fundamentos de intercambiadores de calor*)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Teoría de intercambiadores de calor** - Transferencia de calor entre corrientes caliente y fría separadas, principio común a toda la gama
- ▶ **Balance de energía** ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$) - Carga térmica de cada corriente determinada a partir del caudal medido y el cambio de temperatura
- ▶ **Medición y control de caudal** - Regulación y medición de los caudales de agua caliente y fría suministrados al intercambiador
- ▶ **Medición de temperatura** - Instrumentación multipunto de las condiciones de entrada, salida e intermedias de las corrientes
- ▶ **Teoría de adquisición de datos** - Registro por computador de datos de caudal y temperatura para análisis en estado estacionario y transitorio
- ▶ **Análisis de error experimental** - Fuentes de error sistemático y aleatorio en la medición de caudal y temperatura que afectan el cierre del balance de energía

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican las funciones de la unidad de servicio —los circuitos de suministro de agua caliente y fría, la instrumentación de caudal y temperatura y el registro de datos— y explican cómo una plataforma común permite comparar de forma sistemática los diseños tubular, de placas, de carcasa y tubos, de recipiente encaquetado, de flujo cruzado y extendido.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes fijan y miden los caudales y temperaturas de las corrientes caliente y fría del intercambiador montado, registran datos en estado estacionario y realizan balances de energía en ambas corrientes para caracterizar la carga térmica, la eficiencia y el desempeño del intercambiador.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

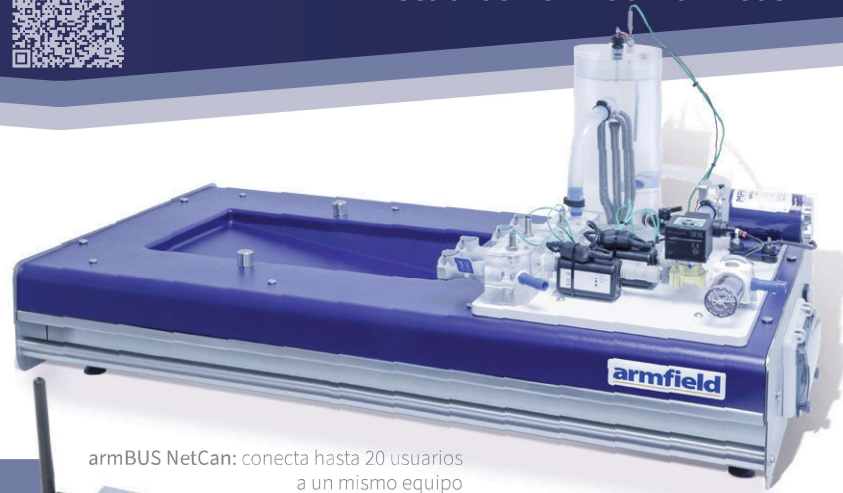
Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan el cierre del balance de energía y la incertidumbre de medición de la instrumentación, y diseñan programas experimentales comparativos que aprovechan los intercambiadores intercambiables para seleccionar el diseño más adecuado a una carga determinada.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Requisitos	Dimensiones	Escala
1Ph PC USB DRAIN	Largo 0.510 Ancho 0.950 Alto 0.330	

- ▶ **Alimentación eléctrica:** Trifásica (ver códigos de pedido)
- ▶ **Suministro de agua:** Agua fría y desagüe: 1,5 litros/minuto a 1 bar manométrico (mín.)
- ▶ **Se requiere al menos un módulo de transferencia de calor**
El software requiere un PC con Windows 7 o superior y puerto USB.



armBUS NetCan: conecta hasta 20 usuarios a un mismo equipo

HT10X con accesorios



Códigos de pedido

- ▶ **HT30X:** Unidad de servicio - 90-240V 5,5A 50/60Hz o 277V 5,5A 50/60Hz
- ▶ **ArmBUS NetCan:** Interfaz de red
- ▶ **ACU-10:** Unidad de Control Armfield 10 in

Nos reservamos el derecho de modificar estas especificaciones sin aviso previo. S.E.U.O. © 2026 Armfield Ltd. Todos los derechos reservados.



Intercambiador de Calor Tubular

HT31X

El Intercambiador de Calor Tubular Armfield HT31X demuestra los principios básicos de la teoría de intercambiadores usando un diseño concéntrico (de tubo doble), en el que el calor se transfiere entre el agua caliente que circula por el tubo interior y el agua fría que circula por el anillo exterior.

El intercambiador puede configurarse para operación en paralelo o en contracorriente, y las mediciones de temperatura a lo largo de las corrientes permiten determinar perfiles de temperatura, eficiencias y coeficientes de transferencia.

El HT31X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X, que aporta las corrientes de agua caliente y fría, la medición de caudal y temperatura y el registro de datos.



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Inicie los experimentos directamente desde la pantalla de arranque del software



Gráficos en tiempo real de los datos de transferencia de calor

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción y operación de un intercambiador de tubos concéntricos, definen eficiencia global, eficiencia de temperatura, efectividad, DMLT y coeficiente global de transferencia, y distinguen las disposiciones de flujo en paralelo y en contracorriente.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes miden los cambios de temperatura de las corrientes caliente y fría, realizan balances de energía para determinar la eficiencia global y la efectividad, comparan la operación en paralelo y en contracorriente, calculan el coeficiente global mediante la DMLT, e investigan los efectos del caudal y de la fuerza impulsora sobre el desempeño.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan los méritos relativos de la operación en paralelo y en contracorriente, valoran el cierre del balance de energía y la incertidumbre experimental, y aplican los coeficientes medidos al dimensionamiento y la selección de intercambiadores tubulares para cargas determinadas.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Requisitos

HT
30X

Dimensiones

Largo
Ancho
Alto

0.160
0.630
0.390

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT31X



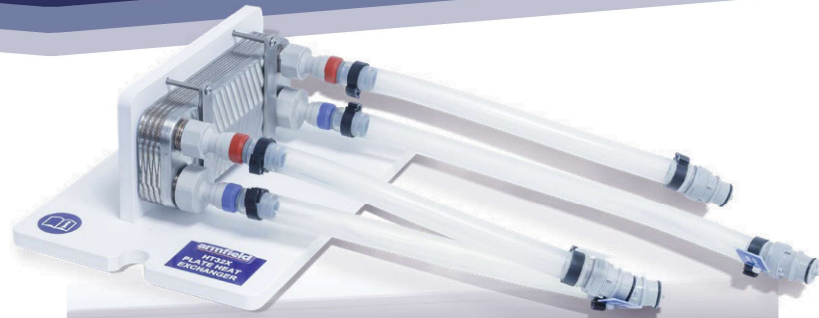
Intercambiador de Calor de Placas

HT32X

El Intercambiador de Calor de Placas HT32X es una versión a escala reducida de un intercambiador de placas industrial típico, un diseño muy versátil y de uso frecuente en las industrias alimentaria y química, donde pueden combinarse distintas placas y empaquetaduras según la aplicación.

Las corrientes de agua caliente y fría circulan por canales entre lados alternos de las placas, y el intercambiador puede operarse en configuración en paralelo o en contracorriente.

El HT32X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X, que aporta las corrientes de agua caliente y fría de caudal variable, la instrumentación y el registro de datos.



Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*diseño y desempeño de intercambiadores*)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Mecánica de Fluidos
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Transferencia fluido a fluido** - Calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia entre corrientes que circulan por canales en lados alternos de las placas
- ▶ **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en el intercambiador y cálculo de la eficiencia global a distintos caudales ($Q = mC_p\Delta T$)
- ▶ **Efectividad del intercambiador** - Razón entre la transferencia real y la máxima posible para la configuración de placas
- ▶ **Flujo en paralelo y en contracorriente** - Efecto de la dirección relativa del flujo sobre el calor transferido y las eficiencias de temperatura
- ▶ **Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)** - Fuerza impulsora media, aplicada con un factor de corrección adecuado a la geometría de placas
- ▶ **Coefficiente global de transferencia (U)** - Determinación de U a partir de la carga térmica medida, el área de placas y la DMLT corregida
- ▶ **Efecto del caudal y de la fuerza impulsora** - Influencia de los caudales de las corrientes y de la temperatura de entrada caliente sobre las eficiencias y el coeficiente de transferencia
- ▶ **Conceptos de intercambiador compacto** - Alta razón superficie/volumen y promoción de turbulencia, características de los diseños de placas corrugadas

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción de un intercambiador de placas con empaquetadura y su amplio uso industrial, definen eficiencia, efectividad, DMLT (con factor de corrección) y coeficiente global de transferencia, y distinguen la operación en paralelo de la operación en contracorriente.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

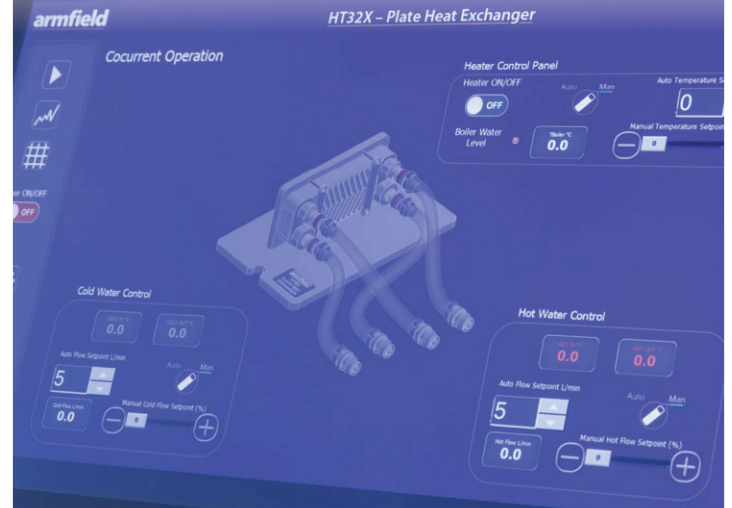
Los estudiantes miden temperaturas y caudales de las corrientes, realizan balances de energía para determinar la eficiencia global y la efectividad, comparan las configuraciones en paralelo y en contracorriente, calculan el coeficiente global mediante la DMLT corregida, e investigan los efectos del caudal y de la fuerza impulsora sobre el desempeño.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la compacidad y el desempeño del diseño de placas frente a alternativas tubulares, valoran las pérdidas de energía y la incertidumbre de medición, y justifican la selección de intercambiadores de placas para cargas típicas de las industrias alimentaria y química.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Módulo Intercambiador de Placas HT32X montado en la Unidad de Servicio HT30X.



Requisitos

HT 30X

Dimensiones

Largo **0.160**
Ancho **0.630**
Alto **0.390**

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT32X



Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos y Tubos

HT33X

El Intercambiador de Calor de Carcasa y Tubos Armfield HT33X demuestra los principios del diseño de intercambiador más usado en la industria.

El calor se transfiere entre el agua caliente que circula por el haz de tubos interior y el agua fría que circula por la carcasa exterior, y la unidad puede operarse en configuración en paralelo o en contracorriente.

El HT33X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X, que aporta las corrientes de agua caliente y fría junto con la medición y el control de caudal y temperatura y el registro de datos por computador.

Módulos Curriculares Relacionados

- Transferencia de Calor (*diseño y desempeño de intercambiadores de carcasa y tubos*)
- Termodinámica
- Mecánica de Fluidos
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Transferencia fluido a fluido** - Calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia entre las corrientes del lado tubos y del lado carcasa, separadas por las paredes de los tubos
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en el intercambiador y cálculo de la eficiencia global a distintos caudales ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$)
- **Construcción de carcasa y tubos** - Disposición de haz de tubos, carcasa y baffles que promueve el flujo cruzado sobre los tubos y aumenta la transferencia del lado carcasa
- **Flujo en paralelo y en contracorriente** - Efecto de la dirección relativa del flujo sobre el calor transferido y las eficiencias de temperatura
- **Coefficiente global de transferencia (U)** - Determinación de U a partir de la carga térmica medida, el área de transferencia y la DMLT, y su variación con el caudal
- **Fuerza impulsora** - Efecto de la temperatura de entrada del fluido caliente sobre las eficiencias de temperatura y el coeficiente global

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción y la importancia industrial del intercambiador de carcasa y tubos, incluido el papel del haz de tubos y de los baffles, definen eficiencia, DMLT y coeficiente global de transferencia, y distinguen la operación en paralelo de la operación en contracorriente.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

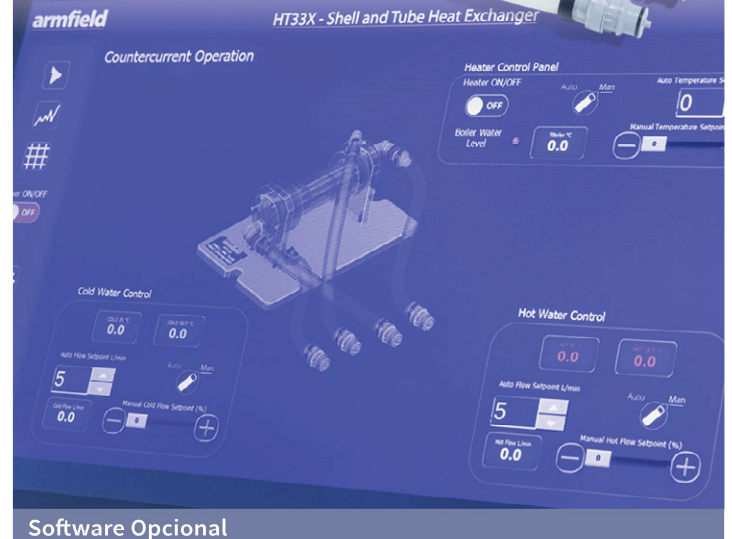
Los estudiantes miden los cambios de temperatura de las corrientes del lado tubos y del lado carcasa, realizan balances de energía para calcular la eficiencia global, comparan la operación en paralelo y en contracorriente, determinan el coeficiente global mediante la DMLT, e investigan los efectos del caudal y de la fuerza impulsora sobre el desempeño

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan el desempeño del diseño de carcasa y tubos frente a alternativas tubulares y de placas, valoran el cierre del balance de energía y la incertidumbre experimental, y aplican sus resultados al dimensionamiento y la selección de intercambiadores de carcasa y tubos para cargas industriales.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Módulo Carcasa y Tubos HT33X montado en la Unidad de Servicio HT30X.



Requisitos	Dimensiones	Escala
HT 30X	Largo 0.190 Ancho 0.430 Alto 0.390	

Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

► Códigos de pedido

► HT33X



Recipiente Enchaquetado con Serpentin y Agitador

HT34X

El Recipiente Enchaquetado con Serpentin y Agitador Armfield HT34X demuestra el calentamiento de un líquido en un recipiente, una configuración fundamental en el procesamiento por lotes de las industrias química, farmacéutica y alimentaria.

El recipiente puede calentarse con agua caliente circulando por un serpentín sumergido o por una chaqueta que lo rodea, en operación por lotes o de flujo continuo, con un agitador de velocidad variable para investigar el efecto de la agitación.

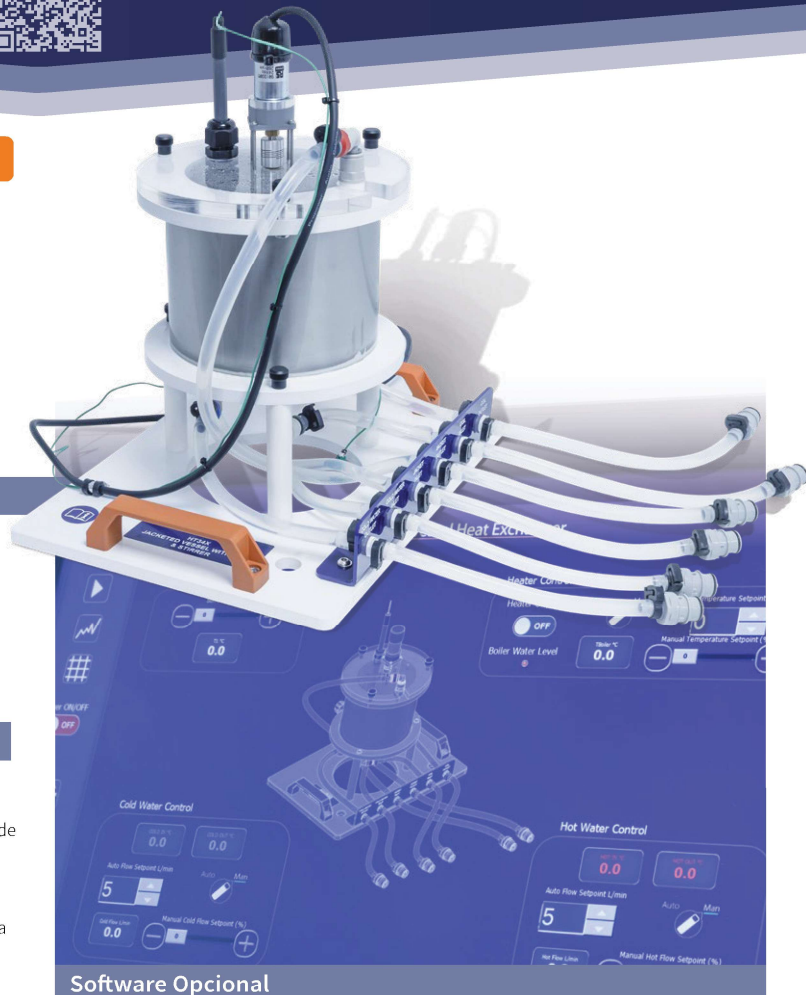
El HT34X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X, que aporta las corrientes de agua caliente y fría junto con la medición y el control de caudal y temperatura y el registro de datos.

Módulos Curriculares Relacionados

- Transferencia de Calor (*recipientes enchaquetados, serpentines y transferencia con agitación*)
- Termodinámica
- Procesos por Lotes y Continuos
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Transferencia fluido a fluido** - Calentamiento o enfriamiento indirecto del contenido del recipiente mediante agua caliente en la chaqueta o en el serpentín sumergido
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Balances de energía para el calentamiento por lotes y de flujo continuo del contenido del recipiente ($Q = mC_p\Delta T$)
- **Calentamiento transitorio por lotes** - Respuesta de temperatura en función del tiempo de un lote fijo de líquido calentado por serpentín o chaqueta
- **Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)** - Fuerza impulsora media usada para determinar el coeficiente global, incluida su variación a medida que sube la temperatura del lote
- **Coeficiente global de transferencia (U)** - Comparación de U para calentamiento por serpentín y por chaqueta, en operación por lotes y continua
- **Eficiencia global** - Medida de desempeño basada en el balance de energía para el recipiente agitado de flujo continuo
- **Efecto de la agitación** - Influencia de la velocidad del agitador sobre el coeficiente del lado recipiente y las características de calentamiento
- **Operación de recipiente agitado continuo** - Transferencia de calor en estado estacionario con alimentación y descarga continuas, y efecto del volumen de fluido



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción y operación de un recipiente agitado calentado por serpentín sumergido o por chaqueta externa, explican la diferencia entre el calentamiento por lotes y el de flujo continuo, y definen el coeficiente global de transferencia y la DMLT aplicados al calentamiento de recipientes.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes monitorean la temperatura transitoria de un lote de líquido calentado por el serpentín y por la chaqueta, determinan cómo cambia el coeficiente global a medida que el lote se calienta, realizan balances de energía y calculan la eficiencia global y U para operación de flujo continuo con cada superficie de calentamiento, e investigan el efecto de la velocidad del agitador sobre la transferencia.

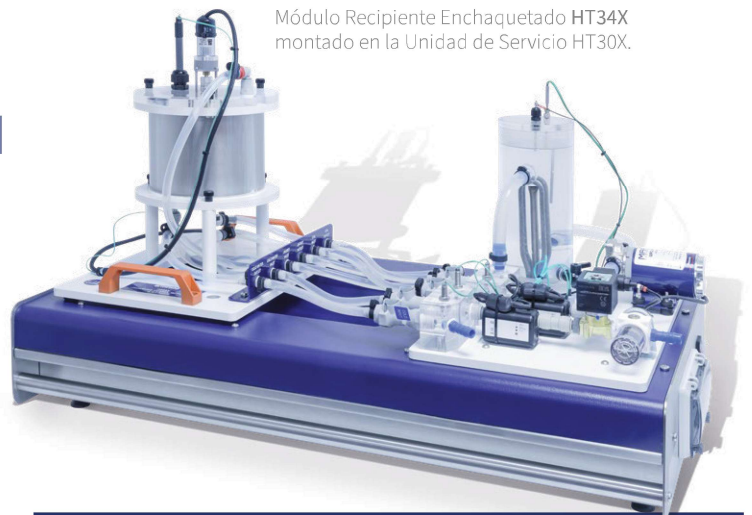
- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan los méritos relativos del calentamiento por serpentín y por chaqueta y de la operación por lotes frente a la continua, valoran la influencia de la agitación y del volumen de fluido en el desempeño, y recomiendan configuraciones de calentamiento y condiciones de operación para cargas reales de procesamiento por lotes.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Módulo Recipiente Enchaquetado HT34X montado en la Unidad de Servicio HT30X.



Requisitos

HT 30X

Dimensiones

Largo 0.400
Ancho 0.180
Alto 0.390

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

Códigos de pedido

► HT34X



Intercambiador de Flujo Cruzado de Paso Único

HT35X

El Intercambiador de Flujo Cruzado de Paso Único Armfield HT35X demuestra la transferencia de calor del agua caliente al aire, con la dirección del flujo de aire perpendicular a la del agua, una configuración típica de radiadores, enfriadores de aire y serpentines calefactores.

Las mediciones de temperatura de ambas corrientes permiten determinar balances de energía, la influencia de la humedad a través del calor húmedo del aire, y el coeficiente global de transferencia, con el desempeño analizado además por el método de efectividad-NTU. El HT35X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X, que aporta la corriente de agua caliente junto con la instrumentación y el registro de datos.

Módulos Curriculares Relacionados

- Transferencia de Calor (*flujo cruzado e intercambio líquido-gas*)
- Thermodynamics (*Psychrometrics of moist air*)
- Procesos por Lotes y Continuos
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Intercambio en flujo cruzado** - Transferencia de calor entre corrientes que circulan perpendicularmente entre sí, característica de los intercambiadores agua-aire
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en el intercambiador que compara el calor cedido por el agua con el ganado por el aire ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$)
- **Calor húmedo del aire** - Efecto de la humedad del aire sobre el calor específico usado en el balance del lado aire
- **Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)** - Fuerza impulsora media usada para determinar el coeficiente global en la configuración de flujo cruzado
- **Coeficiente global de transferencia (U)** - Determinación de U y su dependencia del caudal de agua y de la temperatura de entrada del agua
- **Método de efectividad-NTU** - Predicción de las temperaturas de salida a partir del coeficiente global y de las capacidades caloríficas de las corrientes, comparada con los valores medidos
- **Efecto del caudal y de la fuerza impulsora** - Influencia del caudal de agua y de la temperatura de entrada sobre las eficiencias de temperatura y la transferencia de calor

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la disposición en flujo cruzado y sus aplicaciones industriales, explican por qué debe considerarse el calor húmedo del aire en los balances del lado aire, y definen la DMLT, el coeficiente global de transferencia y los parámetros de efectividad-NTU para un intercambiador de flujo cruzado.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

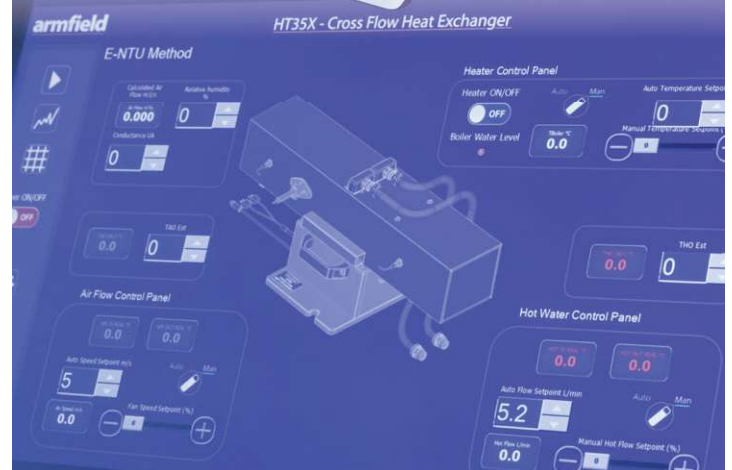
Los estudiantes miden temperaturas y caudales de agua y aire, realizan balances de energía en el intercambiador incluyendo el efecto de la humedad, determinan el coeficiente global mediante la DMLT, investigan los efectos del caudal y de la temperatura de entrada del agua, y aplican el método de efectividad-NTU para predecir las temperaturas de salida y compararlas con las medidas.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la concordancia entre las predicciones basadas en NTU y los resultados experimentales, valoran las fuentes de desbalance en los balances del lado agua y del lado aire, y aplican el análisis de flujo cruzado al diseño de equipos reales de transferencia líquido-aire.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Módulo Intercambiador de Flujo Cruzado HT35X montado en la Unidad de Servicio HT30X.



Requisitos

HT 30X

Dimensiones

Largo 0.150
Ancho 0.750
Alto 0.400

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

► Códigos de pedido

► HT35X



Intercambiador de Calor Tubular Extendido

HT36X

El Intercambiador de Calor Tubular Extendido Armfield HT36X demuestra los principios del intercambio en tubos concéntricos usando un área de transferencia extendida con mediciones intermedias de temperatura, lo que permite establecer perfiles de temperatura detallados a lo largo del intercambiador. El agua caliente circula por el tubo interior y el agua fría por el ánulo exterior, en configuración en paralelo o en contracorriente. El HT36X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X y un PC con el software Armfield, donde la unidad de servicio aporta las corrientes de agua caliente y fría, la medición de caudal y temperatura y el registro de datos por computador.



Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor (*diseño, perfiles de temperatura y desempeño de intercambiadores*)
- ▶ Termodinámica
- ▶ Mecánica de Fluidos
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Transferencia fluido a fluido** - Calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia entre las corrientes del tubo interior y del ánulo exterior de un intercambiador concéntrico
- ▶ **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en el intercambiador y cálculo de la eficiencia global a distintos caudales ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$)
- ▶ **Perfiles de temperatura** - Evolución de las temperaturas de las corrientes a lo largo del intercambiador extendido, en operación en paralelo y en contracorriente
- ▶ **Flujo en paralelo y en contracorriente** - Efecto de la dirección relativa del flujo sobre el calor transferido, las eficiencias de temperatura y los perfiles de temperatura
- ▶ **Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)** - Fuerza impulsora media usada para determinar el coeficiente global en cada configuración de flujo
- ▶ **Coefficiente global de transferencia (U)** - Determinación de U a partir de la carga térmica medida, el área de transferencia y la DMLT, y su variación con el caudal
- ▶ **Fuerza impulsora** - Efecto de la temperatura de entrada del fluido caliente sobre las eficiencias de temperatura y el coeficiente global

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción y operación de un intercambiador de tubos concéntricos con área de transferencia extendida, esbozan los perfiles de temperatura esperados para flujo en paralelo y en contracorriente, y definen eficiencia, DMLT y coeficiente global de transferencia.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

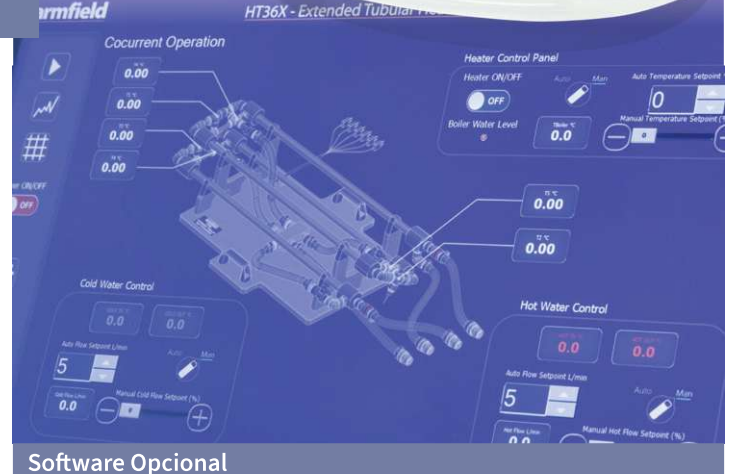
Los estudiantes miden las temperaturas de las corrientes en posiciones intermedias del intercambiador para construir perfiles de temperatura, realizan balances de energía para calcular la eficiencia global, comparan la operación en paralelo y en contracorriente, determinan el coeficiente global mediante la DMLT, e investigan los efectos del caudal y de la fuerza impulsora.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan los perfiles de temperatura medidos frente a las expectativas teóricas de cada configuración de flujo, valoran la incertidumbre experimental y el cierre del balance de energía, y aplican sus resultados al análisis y la especificación de intercambiadores tubulares para cargas reales.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Módulo Tubular Extendido HT36X montado en la Unidad de Servicio HT30X.



Requisitos

HT 30X

Dimensiones

Largo 0.400
Ancho 0.180
Alto 0.390

Escala



Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

▶ Códigos de pedido

▶ HT36X



Intercambiador de Placas Extendido

HT37X

El Intercambiador de Placas Extendido HT37X es una versión a escala reducida de un intercambiador de placas industrial típico, extendido para que la disposición de placas pueda reconfigurarse y así investigar el efecto de la superficie disponible, y provisto de un regenerador para demostrar la recuperación de calor entre las corrientes de entrada y salida frías. El diseño de placas es muy versátil y de uso frecuente en las industrias alimentaria y química. El HT37X se usa junto con la Unidad de Servicio de Intercambiadores HT30X, que aporta las corrientes de agua caliente y fría de caudal variable junto con la instrumentación y el registro de datos.

Módulos Curriculares Relacionados

- Transferencia de Calor (placas, superficie y recuperación)
- Termodinámica
- Diseño de Procesos y Eficiencia Energética
- Control de Procesos e Instrumentación
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Transferencia fluido a fluido** - Calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia entre corrientes en lados alternos de las placas, y efecto de la superficie disponible sobre el desempeño
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en el intercambiador y cálculo de la eficiencia global a distintos caudales ($Q = mC_p\Delta T$)
- **Flujo en paralelo y en contracorriente** - Efecto de la dirección relativa del flujo sobre el calor transferido y las eficiencias de temperatura
- **Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)** - Fuerza impulsora media, aplicada con un factor de corrección adecuado a la configuración de placas
- **Coefficiente global de transferencia (U)** - Determinación de U a partir de la carga térmica medida, el área de placas y la DMLT corregida, y efecto del caudal
- **Fuerza impulsora** - Efecto de la temperatura de entrada del fluido caliente sobre las eficiencias y el coeficiente global de transferencia
- **Regeneración** - Recuperación de calor entre las corrientes frías de entrada y salida, antes y después del intercambiador principal, y su efecto en el consumo global de energía
- **Reconfiguración del intercambiador** - Efecto del número y la disposición de placas sobre el área de transferencia y el desempeño

Resultados de Aprendizaje

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción de un intercambiador de placas reconfigurable y el propósito de la regeneración, definen eficiencia, DMLT (con factor de corrección) y coeficiente global de transferencia, y explican cómo el área de transferencia y la configuración de flujo influyen en el desempeño.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas;

Aplicar y Analizar

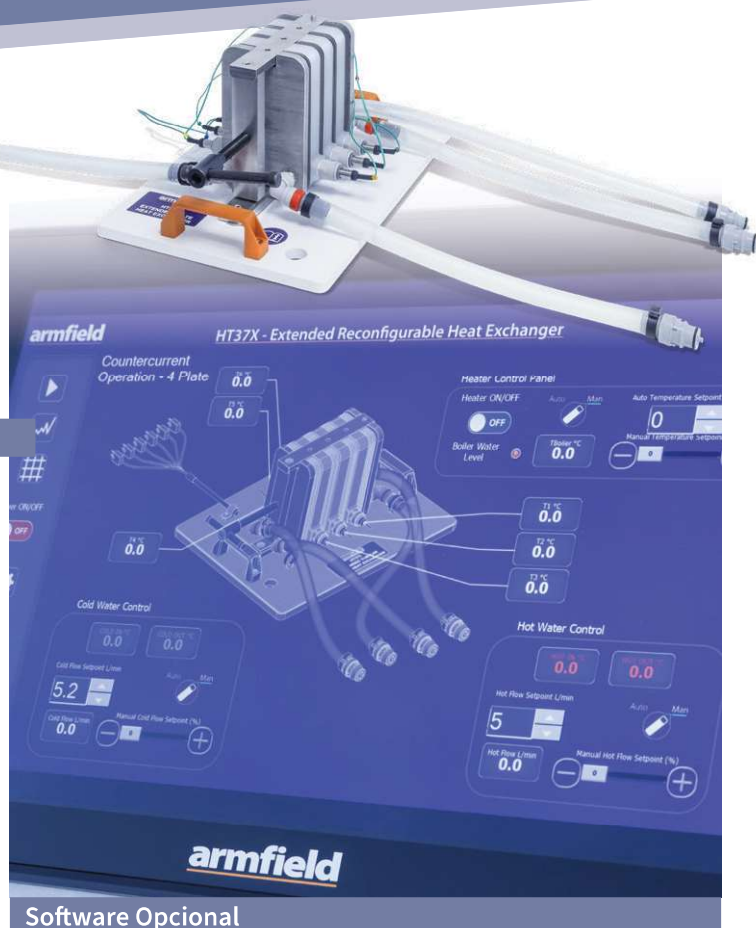
Los estudiantes miden temperaturas y caudales de las corrientes para distintas configuraciones de placas, realizan balances de energía para determinar la eficiencia global, comparan la operación en paralelo y en contracorriente, calculan el coeficiente global mediante la DMLT corregida, investigan los efectos del caudal, de la fuerza impulsora y de la superficie disponible, y cuantifican el beneficio de la regeneración en la recuperación de calor.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan el compromiso entre área de transferencia, requerimientos de bombeo y desempeño térmico, valoran el ahorro de energía alcanzable con la regeneración, y diseñan disposiciones de placas y esquemas de recuperación de calor para cargas de proceso determinadas, extendiendo el trabajo a proyectos de investigación independientes.

- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Software Opcional

Software HT30X - El software educativo desarrollado por Armfield conecta cada unidad de servicio a un PC con Windows mediante una única interfaz USB, con visualización en tiempo real de todas las mediciones de temperatura, caudal y potencia, y registro continuo de datos con exportación sencilla, convirtiendo cada equipo de sobremesa en una plataforma de investigación completa e integrada al computador.

Módulo Intercambiador de Placas Reconfigurable Extendido HT37X montado en la Unidad de Servicio HT30X.



Requisitos	Dimensiones	Escala
HT 30X	Largo 0.400 Ancho 0.180 Alto 0.390	

Alimentación eléctrica y agua fría provienen de la unidad de servicio HT10X

Accesorios indispensables

HT30X Unidad de Servicio de Transferencia de Calor Controlada por Computador

► Códigos de pedido

► HT37X



Módulos de Intercambio de Calor Fluid Science

FS3.1-FS3.4

Los módulos de intercambio de calor Armfield Fluid Science presentan cuatro de los tipos de intercambiador más frecuentes en la industria. El de Carcasa y Tubos (FS3.1, *diseño de tubo recto con dos pasos por el lado tubos y baffles en la carcasa*), el Tubular o de tubo doble (FS3.2, *dos tubos concéntricos*), el de Flujo Cruzado enfriado por aire (FS3.3, *intercambiador multitubular aleteado con ventilador de 24 V*) y el de Placas con empacaturadura (FS3.4, *placas corrugadas montadas en un bastidor*).

Cada módulo se monta en las unidades de servicio Fluid Science, que aportan la corriente de agua caliente bombeada con calefactor y control de consigna de temperatura, la corriente de agua fría, caudalímetros con válvula de aguja y termocuplas leídas en un termómetro digital. Se registran las temperaturas de entrada y salida y los caudales, de modo que los distintos diseños, configuraciones de flujo y condiciones de operación puedan analizarse y compararse sobre una base uniforme

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Transferencia fluido a fluido** - Transferencia directa e indirecta entre corrientes líquidas, y entre líquidas y gaseosas, a través de una interfaz sólida, con conducción y convección
- **Primera Ley de la Termodinámica** - Balance de energía en cada corriente y en el intercambiador completo ($Q = \dot{m}C_p\Delta T$)
- **Eficiencia global** - Razón entre el calor absorbido por la corriente fría y el cedido por la caliente (Q_a/Q_e), comparando las pérdidas reales al ambiente con la teoría
- **Flujo en paralelo y en contracorriente** - Efecto de la dirección relativa del flujo sobre la diferencia de temperatura y el calor transferido, y por qué la fuerza impulsora en contracorriente supera la del caso en paralelo
- **Diferencia media logarítmica de temperatura (DMLT)** - Cálculo de la fuerza impulsora media a partir de las diferencias de temperatura en los extremos
- **Coefficiente global de transferencia (U)** - Determinación de U a partir de la carga térmica medida, el área de transferencia y la DMLT ($U = Q/A\Delta T_{LM}$)
- **Convección natural y forzada** - Comparación del enfriamiento del intercambiador de flujo cruzado con el ventilador apagado y encendido, y papel de las aletas para compensar la baja conductividad térmica del aire
- **Construcción de carcasa y tubos** - Disposición de haz de tubos, carcasa y baffles que promueve la mezcla y el flujo cruzado sobre los tubos
- **Conceptos de intercambiador compacto de placas** - Placas corrugadas que promueven mezcla turbulenta incluso a bajos números de Reynolds, con altos coeficientes de transferencia y menor incrustación
- **Parámetros de diseño del intercambiador** - Parámetros determinantes de cada diseño, como el efecto del espesor de pared del tubo en la transferencia de un intercambiador tubular

Resultados de Aprendizaje y Alineación con Bloom

Recordar y Comprender

Los estudiantes enumeran los tipos comunes de equipos de transferencia de calor y sus aplicaciones industriales, describen la construcción de los intercambiadores de carcasa y tubos, tubular, de flujo cruzado y de placas, identifican los modos de transferencia presentes en cada uno, y explican por qué la diferencia de temperatura en flujo en contracorriente supera la del flujo en paralelo.

- **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes registran las temperaturas de entrada y salida en un rango de caudales caliente y frío para cada módulo, realizan balances de energía con $Q = \dot{m}C_p\Delta T$, calculan la diferencia media logarítmica de temperatura, el coeficiente global de transferencia y la eficiencia global, comparan la operación en paralelo y en contracorriente, y contrastan el enfriamiento por convección natural y forzada en el intercambiador de flujo cruzado.

- **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; interpretación de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan y comparan la eficiencia y el perfil de intercambio de los cuatro tipos, explican las desviaciones entre los valores teóricos y los medidos, incluidas las pérdidas de calor al ambiente, y seleccionan y justifican el tipo de intercambiador, la configuración de flujo y las condiciones de operación adecuadas para una carga industrial determinada, en términos de desempeño térmico y de costo de capital y de operación.

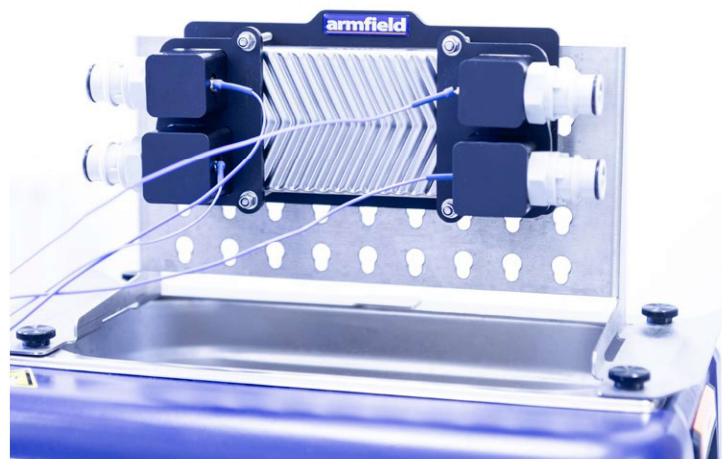
- **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Módulos Curriculares Relacionados

- Termodinámica
- Mecánica de Fluidos
- Diseño de Procesos y Eficiencia Energética
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales
- Transferencia de Calor (*tipos de intercambiador industrial y desempeño comparado*)

Aprendizaje de mesa



Requisitos	Unidad de servicio	Escala
FS TRAY 1Ph PC USB COLD DRAIN	Largo: 0.385 Ancho: 0.314 Alto: 0.387	
► Alimentación eléctrica: 100-240V/1 fase, 50-60Hz ► Agua fría: Llenado inicial de 5 litros de agua. ► Nivelada		

Códigos de pedido

- FS-SU U. de servicio
- FS-3.1 Intercambiador - Carcasa y tubos
- FS-3.3 Intercambiador - Flujo cruzado
- FS-3.2 Intercambiador - Tubular
- FS-3.4 Intercambiador - Placas



Módulos de Intercambio de Calor Fluid Science

FS3.1-FS3.4

La gama Fluid Science es un conjunto innovador de productos diseñado para que los estudiantes comprendan los fundamentos de la Mecánica de Fluidos y los Termofluidos mediante el aprendizaje por experimentación práctica.

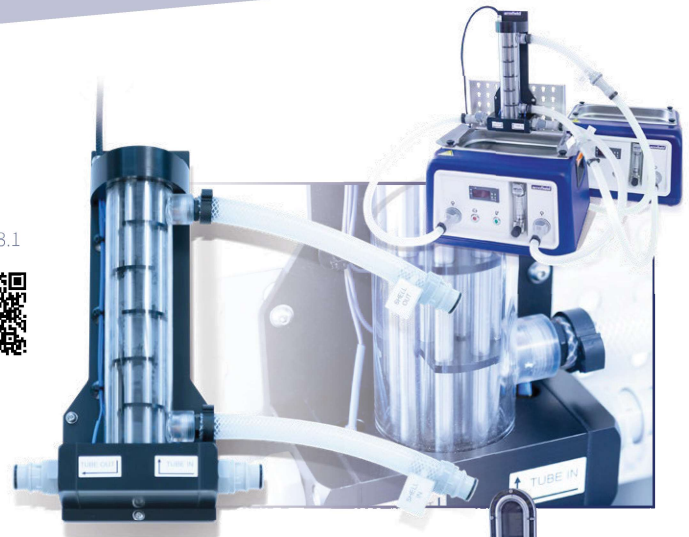
FS-3.1 – Intercambiador de Carcasa y Tubos Fluid Science

La bandeja FS-3.1 de Intercambiador de Carcasa y Tubos Fluid Science incluye experimentación para demostrar el calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia de calor de una corriente a otra separadas por una pared sólida (transferencia fluido a fluido) en un intercambiador de carcasa y tubos.

La bandeja introduce a los estudiantes a conceptos como coeficientes de transferencia de calor, resistencias térmicas, resistencia controlante y fuerzas impulsoras de la transferencia.

El intercambiador puede usarse en configuración en paralelo o en contracorriente.

Ir a FS-3.1



FS-3.2 – Intercambiador Tubular Fluid Science

La bandeja FS-3.2 de Intercambiador Tubular Fluid Science incluye experimentación para demostrar el calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia de calor de una corriente a otra separadas por una pared sólida (transferencia fluido a fluido) en un intercambiador tubular.

La bandeja introduce a los estudiantes a conceptos como coeficientes de transferencia de calor, resistencias térmicas, resistencia controlante y fuerzas impulsoras de la transferencia.

El intercambiador puede usarse en configuración en paralelo o en contracorriente.

Ir a FS-3.2



FS-3.3 – Flujo Cruzado Fluid Science

La bandeja FS-3.3 de Intercambiador de Flujo Cruzado Fluid Science incluye experimentación para demostrar el calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia de calor del agua caliente al aire (transferencia fluido a aire) en un intercambiador de flujo cruzado.

La bandeja introduce a los estudiantes a conceptos como coeficientes de transferencia de calor, resistencias térmicas, resistencia controlante y fuerzas impulsoras de la transferencia.

El intercambiador puede usarse en configuración en paralelo o en contracorriente.

Ir a FS-3.3



FS-3.4 – Intercambiador de Placas Fluid Science

La bandeja FS-3.4 de Intercambiador de Placas Fluid Science incluye experimentación para demostrar el calentamiento o enfriamiento indirecto por transferencia de calor de una corriente a otra separadas por una pared sólida (transferencia fluido a fluido) en un intercambiador de placas.

La bandeja introduce a los estudiantes a conceptos como coeficientes de transferencia de calor, resistencias térmicas, resistencia controlante y fuerzas impulsoras de la transferencia. El intercambiador puede usarse en configuración en paralelo o en contracorriente.

Ir a FS-3.4





Torre de Enfriamiento de Agua Controlada por Computador

UOP6-MKII

La Torre de Enfriamiento de Agua Básica Armfield UOP6-MKII fue diseñada específicamente para que los estudiantes comprendan la construcción, el diseño y las características de operación de un sistema moderno de enfriamiento evaporativo de tiro forzado.

La unidad es un excelente ejemplo de sistema abierto por el que dos corrientes de fluido (agua y aire) circulan en contracorriente con transferencia de calor y masa de una a la otra. Es completamente autónoma: incluye una carga de enfriamiento simulada, bomba de agua de velocidad variable y ventilador de velocidad variable, está totalmente instrumentada con sensores electrónicos y se opera y controla desde un PC. Los estudiantes pueden investigar los efectos del caudal de aire, del caudal de agua, de la temperatura de entrada del agua, de la carga de enfriamiento, de la densidad del relleno y de su altura sobre el desempeño de la torre.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor y Masa (*enfriamiento evaporativo y transferencia simultánea*)
- ▶ Termodinámica (*psicrometría del aire húmedo*)
- ▶ Diseño de Plantas de Proceso y Servicios
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Enfriamiento evaporativo** - Enfriamiento de una corriente de agua por evaporación de una pequeña fracción hacia una corriente de aire en contracorriente
- ▶ **Transferencia simultánea de calor y masa** - Transferencia acoplada de calor sensible y vapor de agua entre la película de agua descendente y el aire ascendente
- ▶ **Contacto en contracorriente** - Flujo de agua y aire en direcciones opuestas a través del relleno para maximizar la fuerza impulsora de la transferencia
- ▶ **Psicrometría** - Humedad, humedad relativa, temperatura de bulbo húmedo y entalpía del aire húmedo, que gobiernan el desempeño de la torre y la aproximación a la saturación
- ▶ **Rango, aproximación y carga de enfriamiento** - Medidas estándar del desempeño de una torre: caída de temperatura del agua, diferencia respecto del bulbo húmedo del aire y calor rechazado
- ▶ **Características del relleno** - Efecto de la densidad del relleno (superficie) y de su altura sobre el desempeño de la torre, incluida la operación como torre de aspersión sin relleno
- ▶ **Balance de masa** - Comparación del agua perdida en el sumidero con el agua evaporada hacia la corriente de aire
- ▶ **Balance de energía** - Comparación del calor ganado por el aire que sale de la torre con el calor aportado al sistema por el calefactor de agua

Resultados de Aprendizaje y Alineación con Bloom

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen la construcción y operación de una torre de enfriamiento evaporativo de tiro forzado con relleno de película, definen rango, aproximación y carga de enfriamiento, y explican cómo la transferencia simultánea de calor y masa entre las corrientes de agua y aire en contracorriente produce enfriamiento por debajo de la temperatura de bulbo seco del aire

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes operan la torre instrumentada variando la temperatura de entrada del agua, el caudal de aire, el caudal de agua, la densidad del relleno y su altura, miden los cambios resultantes en rango, aproximación y carga de enfriamiento, aplican análisis psicrométrico al aire entrante y saliente, y realizan balances de masa y calor en la torre, comparando la pérdida evaporativa con la reposición del sumidero y la ganancia de calor del lado aire con el aporte del calefactor.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan las limitaciones que imponen la saturación del aire y la humedad ambiente, comparan la operación con relleno y como torre de aspersión, y proponen la selección de relleno y estrategias de operación para cumplir una carga de enfriamiento determinada, extendiendo el trabajo a proyectos de investigación con rellenos alternativos.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



Accesorio de Características del Relleno UOP6-MKII-23

El UOP6-MKII-23 es un accesorio opcional para la Torre de Enfriamiento UOP6-MKII que extiende el experimento desde la medición del desempeño global hasta el análisis interno de la transferencia de calor y masa etapa por etapa.

Al reemplazar la torre estándar por una columna con relleno de cuatro secciones, con mediciones intermedias de temperatura del aire, humedad relativa y temperatura del agua, permite a los estudiantes medir las condiciones dentro del relleno.

Valor educativo adicional

- ▶ Medición directa de los perfiles de temperatura y humedad a lo largo de la altura del relleno
- ▶ Construcción de diagramas de fuerza impulsora (entalpía) para secciones sucesivas del relleno
- ▶ Determinación de las ecuaciones características del relleno y comparación de la operación como torre de aspersión frente a torre con relleno
- ▶ Análisis cuantitativo de las tasas locales de transferencia de calor y masa, no solo de la efectividad global de la torre

El UOP6-MKII-23 convierte al UOP6-MKII de una unidad de demostración de desempeño en una plataforma rigurosa para la enseñanza de fenómenos de transporte, apta para análisis, diseño y estudios de escalamiento de nivel superior.

Requisitos	Ud.	Escala
	Largo: 0.850 Ancho: 0.630 Alto: 0.990	
▶ Alimentación eléctrica: Monofásica (ver códigos de pedido) ▶ Computador: Requiere un PC con Windows (Windows 7 o superior) y puerto USB para los datos ▶ Agua desmineralizada		

Códigos de pedido

- ▶ **UOP6-MKII-A:** 220-240V / 1ph / 50Hz, 10A
- ▶ **UOP6-MKII-B:** 120V / 1ph / 60Hz, 20A
- ▶ **UOP6-MKII-G:** 220V / 1ph / 60Hz, 10A



Secador de Bandejas Controlado por Computador

UOP8-MKIIe

El Secador de Bandejas Armfield UOP8-MKIIe entrega una instalación experimental basada en uno de los diseños de secado industrial más fundamentales.

El secado en bandejas es esencialmente una operación semicontinua con producto estático y flujo de aire continuo: el líquido se transfiere de un sólido húmedo a una fase gaseosa no saturada, y el propio sólido influye de manera considerable en el proceso.

La unidad permite investigar los principios básicos del secado, de modo que los estudiantes examinen la mecánica de fluidos, la química de superficie, la estructura del sólido y la transferencia de calor y masa asociadas al comportamiento general de secado, bajo temperatura, humedad y velocidad de aire controladas.

Módulos Curriculares Relacionados

- ▶ Transferencia de Calor y Masa (*secado y transferencia simultánea*)
- ▶ Termodinámica (*psicrometría del aire húmedo*)
- ▶ Tecnología de Partículas y Procesamiento de Sólidos
- ▶ Control de Procesos e Instrumentación
- ▶ Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- ▶ Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Teorías y Leyes Relacionadas

- ▶ **Curvas de secado y de velocidad de secado** - Caracterización del secado de un sólido húmedo mediante el contenido de humedad y la velocidad de secado en función del tiempo
- ▶ **Período de velocidad constante** - Evaporación desde una superficie cubierta de líquido a la temperatura de bulbo húmedo del aire, con la velocidad controlada por la transferencia externa de calor y masa
- ▶ **Período de velocidad decreciente y humedad crítica** - Transición a un secado controlado internamente cuando el movimiento de líquido hacia la superficie ya no sostiene la velocidad constante
- ▶ **Temperatura de bulbo húmedo** - Temperatura estacionaria que adopta el sólido húmedo durante el secado a velocidad constante
- ▶ **Transferencia simultánea de calor y masa** - Transferencia acoplada de calor hacia el sólido y de humedad hacia la corriente de aire a través de la capa límite gaseosa
- ▶ **Psicrometría** - Humedad, humedad relativa y propiedades del aire húmedo que gobiernan la fuerza impulsora del secado
- ▶ **Efecto del tamaño de partícula** - Influencia de la estructura del sólido y del tamaño de partícula en el movimiento capilar del líquido y en el comportamiento de secado
- ▶ **Efecto de la velocidad y temperatura del aire** - Influencia de las condiciones del medio secante externo sobre la velocidad constante de secado

Resultados de Aprendizaje y Alineación con Bloom

Recordar y Comprender

Los estudiantes describen el mecanismo de secado de un sólido húmedo en una corriente de aire no saturado, definen contenido de humedad, velocidad de secado, humedad crítica y temperatura de bulbo húmedo, e identifican los períodos de velocidad constante y decreciente en las curvas de secado.

- ▶ **Resultados IChemE:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes pesan de forma continua bandejas de sólido húmedo mientras se secan con aire de temperatura, humedad y velocidad controladas, construyen las curvas de secado y de velocidad de secado, identifican el período de velocidad constante y la humedad crítica, e investigan la influencia del tamaño de partícula, la velocidad del aire y su temperatura en el comportamiento de secado.

- ▶ **Resultados IChemE:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan qué resistencias controlan el secado en cada período, predicen cómo los cambios en las condiciones de operación afectarían el tiempo de secado y la calidad del producto, y aplican sus hallazgos a la selección y especificación de condiciones de secado para productos granulares y sensibles al calor en la práctica industrial.

- ▶ **Resultados IChemE:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- ▶ **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.



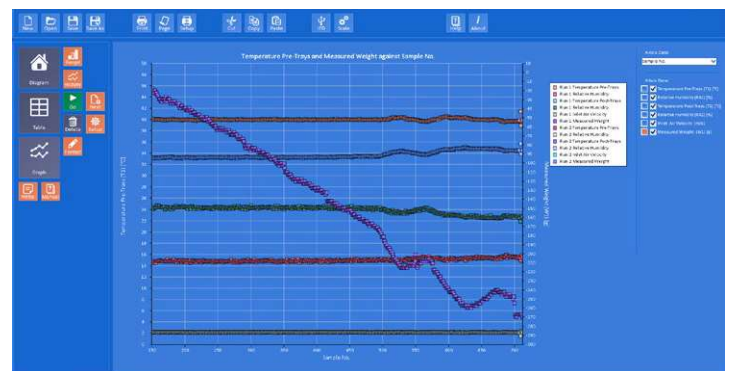
Software

La unidad se suministra con un potente paquete de software educativo que incluye una amplia variedad de funciones.

El computador es la interfaz principal entre el usuario y el equipo. Un diagrama mimico muestra el proceso en tiempo real, con las lecturas de los sensores y las salidas de control presentadas numéricamente.

Los resultados pueden mostrarse en forma gráfica o tabular, con control completo de los gráficos, incluidas la escala, los ejes y las variables visualizadas.

Los datos se exportan sin dificultad a planillas y procesadores de texto.



Requisitos

PC **USB**

Largo:
Ancho:
Alto:

1.780
0.340
0.315

Escala



▶ **Alimentación eléctrica:** Monofásica (ver códigos de pedido)

▶ **Computador:** Requiere un PC con Windows (Windows 7 o superior) y puerto USB para los datos

Códigos de pedido

- ▶ **UOP8-MKIIe-A:** 220-240V / 1ph / 50Hz, 13A
- ▶ **UOP8-MKIIe-B:** 120V / 1ph / 60Hz, 13A
- ▶ **UOP8-MKIIe-G:** 220V / 1ph / 60Hz, 13A



Control de Temperatura PCT62

La unidad de Control de Temperatura Armfield PCT62 introduce a los estudiantes a conceptos fundamentales de control de procesos: realimentación, control On/Off y control PID completo aplicado a la temperatura, posiblemente la variable controlada más importante de la industria.

El proceso consta de un generador de calor resistivo sobre un disipador dentro de una cámara de temperatura, un sensor de termocupla y un ventilador que sopla aire ambiente sobre el bloque para actuar como carga y perturbación variable.

Un controlador digital integrado con pantalla LCD acciona el calefactor y el ventilador por modulación de ancho de pulso, de 0 a 100 % en 1024 pasos, y se comunica con el PC por USB, Bluetooth, Wi-Fi o LAN. Se suministran aplicaciones de control manual, On/Off y PID con graficación en pantalla de la consigna, el valor de proceso y los términos Kp, Ki y Kd de la ecuación de control, con exportación de datos a CSV y una API para integración con Matlab. Las guías de trabajo comunes a la familia PCT6X permiten contrastar este proceso térmico lento con los equipos de caudal, nivel, presión y péndulo servo.

Teorías y Leyes Relacionadas

- **Control en lazo abierto y cerrado** - Representación en diagrama de bloques de la consigna, el valor de proceso, el error y la función de control en un sistema realimentado
- **Control On/Off e histéresis** - Control de dos posiciones del calefactor y efecto de los valores de encendido y apagado en el comportamiento cíclico
- **Ecuación de control PID** - Acción proporcional, integral y derivativa sobre el error del sistema y efecto de cada término en el desempeño
- **Ajuste de Ziegler-Nichols** - Determinación de la ganancia última (Ku) y del período de estabilidad neutra (Tu) y cálculo de los parámetros del controlador, incluidas las variantes «con algo de sobrepaso» y «sin sobrepaso» y el ajuste fino manual
- **Constante de tiempo del sistema** - Respuesta de primer orden del proceso térmico, su constante de tiempo característicamente larga y su influencia en la elección de la frecuencia de control
- **Modulación de ancho de pulso (PWM)** - Entrega variable de potencia al calefactor y al ventilador desde un accionamiento digital entre 0 y 100 %
- **Calibración y escalado del sensor** - Puesta a cero, calibración y obtención de factores de escala para la entrada de termocupla y la salida de accionamiento
- **Sistemas digitales muestreados** - Efecto de la frecuencia de muestreo y de control en el comportamiento de un controlador discreto
- **Saturación del integral y filtrado del derivativo** - Refinamientos prácticos del algoritmo PID, incluidos el acotamiento del término integral y el filtrado del derivativo
- **Perturbación de carga y su rechazo** - Uso del ventilador como perturbación medible para poner a prueba la robustez del controlador

Resultados de Aprendizaje y Alineación con Bloom

Recordar y Comprender

Los estudiantes identifican los componentes del equipo de control de temperatura —calefactor, disipador, cámara de temperatura, termocupla, ventilador y controlador digital— y explican los términos accionamiento, carga, consigna, valor de proceso y error. Describen cómo el PWM entrega potencia variable, dibujan diagramas de bloques de sistemas en lazo abierto, On/Off y PID en lazo cerrado, y explican el papel de los términos Kp, Ki y Kd en la ecuación de control.

- **Resultados ICheME:** Conocimiento y comprensión; conciencia de la práctica de laboratorio, la seguridad y la operación de equipos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Ciencia y matemáticas; práctica de la ingeniería.

Aplicar y Analizar

Los estudiantes obtienen los factores de escala del accionamiento y calibran el sensor de temperatura, implementan control On/Off y analizan el efecto de la histéresis, miden la constante de tiempo del sistema a partir de la respuesta al escalón, determinan la ganancia última y el período en estabilidad neutra, y aplican el algoritmo de Ziegler-Nichols para calcular y verificar los ajustes P, PI y PID, analizando el seguimiento de consigna y la respuesta a perturbaciones de carga del ventilador.

- **Resultados ICheME:** Análisis; investigación; diseño experimental; manejo de datos e informes técnicos.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

Evaluar y Crear

Los estudiantes evalúan la idoneidad de las estrategias On/Off, P, PI y PID para un proceso térmico lento, ajustan manualmente Kp, Ki y Kd cuando los valores estándar de Ziegler-Nichols no bastan para lograr un perfil de tiempo y temperatura especificado sin sobrepaso, valoran los efectos de la saturación del integral, el filtrado del derivativo y la frecuencia de control, y comparan el comportamiento del proceso térmico con los otros sistemas PCT6X, extendiendo el trabajo a proyectos basados en Matlab mediante la API.

- **Resultados ICheME:** Diseño; evaluación; investigación independiente; juicio profesional de ingeniería y toma de decisiones.
- **Resultados IMechE (AHEP4):** Diseño e innovación; análisis en ingeniería; práctica de la ingeniería.

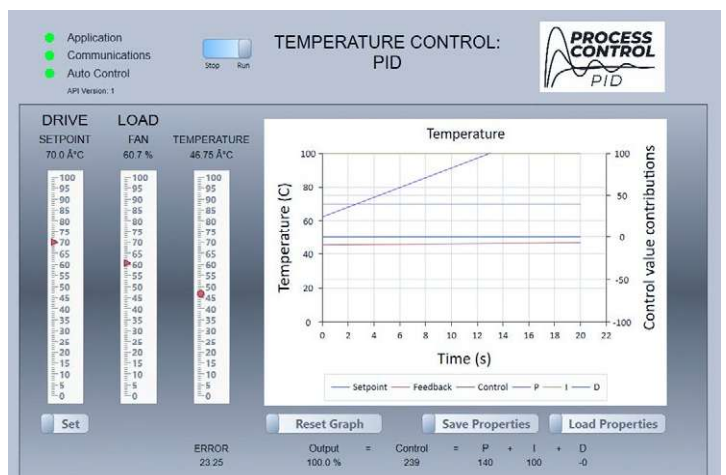


Módulos Curriculares Relacionados

- Control de Procesos e Instrumentación (realimentación, control On/Off y PID de un proceso térmico)
- Transferencia de Calor (calentamiento y enfriamiento por convección forzada del proceso)
- Instrumentación y Medición
- Ingeniería de Control y Sistemas Digitales
- Competencias de Laboratorio en Ingeniería Química
- Ciencias de la Ingeniería y Métodos Experimentales

Software

La Serie PCT incluye un software intuitivo que entrega control, monitoreo y adquisición de datos en tiempo real mediante un PC con Windows conectado por USB. Los estudiantes progresan del control manual y On/Off al control PID avanzado, con visualización gráfica en vivo, registro automático de datos y parámetros de control ajustables. Una API permite la integración con MATLAB®, LabVIEW® y otros programas de terceros. Los datos se exportan sin dificultad a planillas y procesadores de texto.



Requisitos	Ud.	Escala
PC USB	Largo: 0.640 Ancho: 0.450 Alto: 0.330	

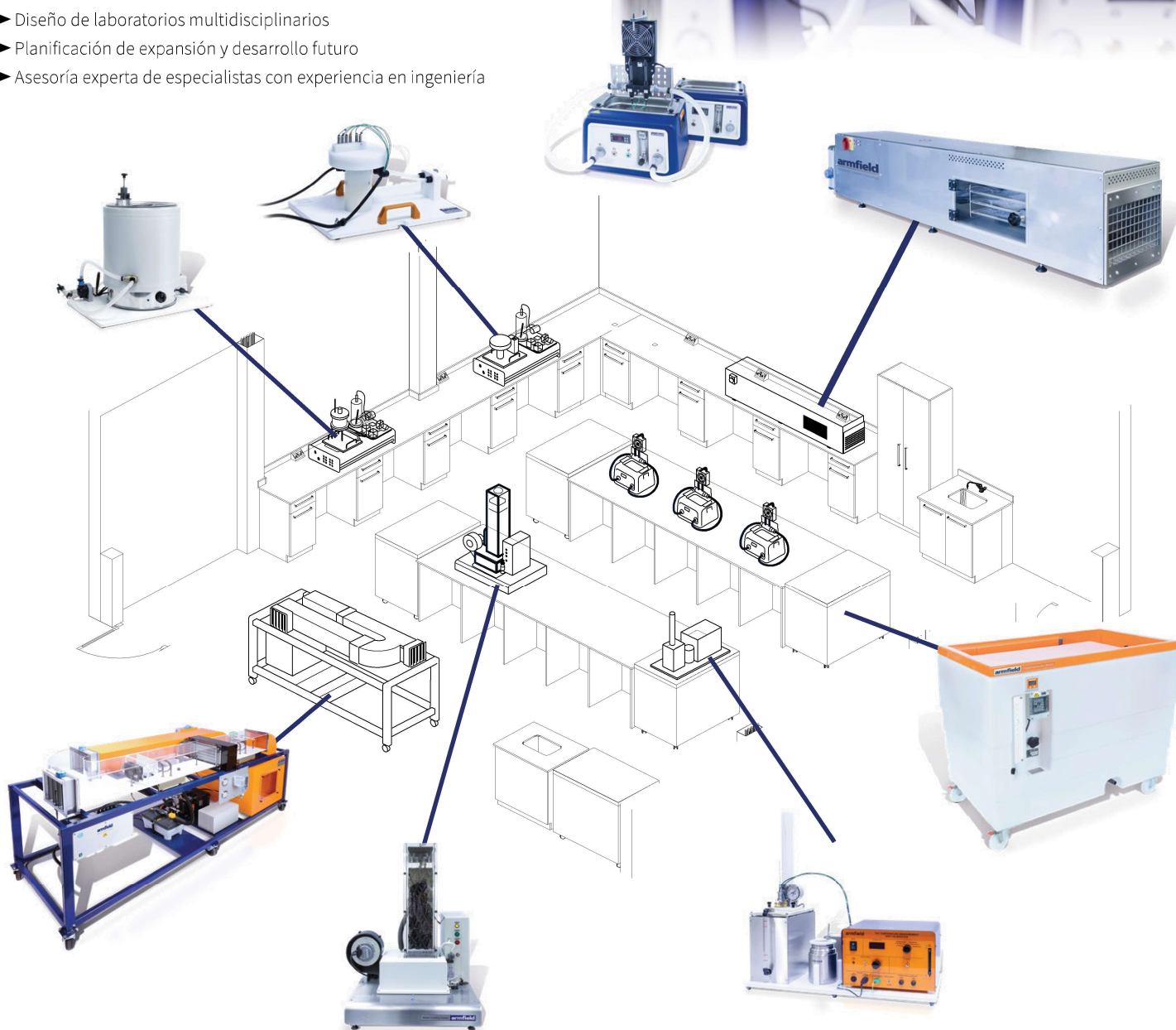
- **Alimentación eléctrica:** 110-230V, CA 50-60 Hz.
- **Computador:** Requiere un PC con Windows (Windows 7 o superior) y puerto USB para los datos

Códigos de pedido

- **PCT62-UK:** Sistema de Control de Temperatura
- **PCT62-EU:** Sistema de Control de Temperatura
- **PCT62-USA:** Sistema de Control de Temperatura

Diseñar un laboratorio docente eficaz requiere mucho más que elegir equipos. Armfield trabaja con universidades e institutos de todo el mundo para ayudar a planificar espacios de laboratorio que maximicen la capacidad docente, la participación de los estudiantes y la expansión futura. Nuestro equipo puede orientar en la selección de equipamiento, la distribución del laboratorio, los requerimientos de servicios, el aprovechamiento del recinto y los planes de desarrollo por etapas, para que sus instalaciones entreguen la mejor experiencia de aprendizaje posible haciendo un uso eficiente del espacio y del presupuesto disponibles.

- Distribución del laboratorio y planificación del espacio
- Selección de equipamiento y correspondencia curricular
- Orientación en servicios e infraestructura
- Diseño de laboratorios multidisciplinarios
- Planificación de expansión y desarrollo futuro
- Asesoría experta de especialistas con experiencia en ingeniería





Contáctenos



Soporte



Descargar catálogo

www.armfield.co.uk



Social Media

search Armfield Ltd



YouTube



Representantes Armfield

Los productos Armfield se distribuyen en todo el mundo. Nuestra política en la mayoría de los países es operar de forma directa o a través de representantes de venta acreditados y de trayectoria comprobada, que tras la aprobación correspondiente pueden convertirse en representantes exclusivos.

En contrapartida por esa exclusividad, se les exige ofrecer un servicio integral que incluya el más alto nivel de soporte posventa.

Demostración para Clientes

Para coordinar una demostración, contacte a su representante local de Armfield. Los datos están disponibles en nuestro sitio web: www.armfield.com

Contacte directamente a la casa matriz de Armfield con los datos siguientes:

armfield en el mundo

www.armfield.com/contact



Casa matriz EE. UU.:

Armfield Inc.

9 Trenton Lakewood Road
Clarksburg NJ 08510
EE. UU.

Tel/Fax: +1 (609) 208-2800
Correo: info@armfieldinc.com

Soporte: armfield.com/armfield-support/



Casa matriz:

Armfield Limited

10 Headlands Business Park
Ringwood, Hampshire
BH24 3PB Inglaterra

Teléfono: +44 (0)1425 478781
Correo: sales@armfield.co.uk

Soporte: armfield.com/armfield-support/

**UK
CA**

Empresa certificada ISO 9001:2015



Equipamiento innovador para docencia e investigación

2026 ©Armfield Ltd. Todos los derechos reservados. Especificaciones sujetas a cambio sin aviso previo. S.E.U.O.

