

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Diseño de un Banco de Pruebas para el Estudio del Ahorro Energético en Sistemas de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

Ibarra M., Oscar A.

Volcán G., Daniel J.

Para optar al título de

INGENIERO MECÁNICO

Caracas, 2007

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Diseño de un Banco de Pruebas para el Estudio del Ahorro Energético en Sistemas de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire

Tutor Académico: Prof. Miguel Padilla.

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Bachilleres:

Ibarra M., Oscar A.

Volcán G., Daniel J.

Para optar al título de

INGENIERO MECÁNICO

Caracas, 2007

Caracas, 19 de noviembre de 2.007

ACTA

*Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica,
para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres:*

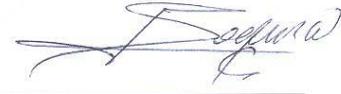
DANIEL VOLCAN y OSCAR IBARRA

***Titulado: "DISEÑO DE UN BANCO DE PRUEBAS PARA EL ESTUDIO DEL
AHORRO ENERGETICO EN SISTEMAS DE REFRIGERACION Y
ACONDICIONAMIENTO DE AIRE ."***

*Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al
Titulo de Ingeniero Mecánico.*




Prof. Fausto Carpentiero
Jurado


Prof. Julio Segura
Jurado


Prof. Miguel Padilla
Tutor

DEDICATORIA

A Dios, por iluminarme en los caminos
difíciles y por brindarme una vida de
prosperidad.

A mis Padres, Hermano y Familia,
por apoyarme en las decisiones de mi vida.

Oscar Ibarra

A Dios, por iluminar el camino que he
decidido tomar.

A mi familia que siempre ha estado ahí
para apoyarme y aconsejarme en todos
los momentos que lo he necesitado.

Daniel Volcán

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, a Dios por darme salud antes, durante y después de realizado el trabajo especial de grado.

A la Universidad Central de Venezuela, a la Escuela de Ingeniería Mecánica y todos sus profesores, por haberme formado profesionalmente.

Al Profesor Miguel Padilla, por habernos dado el punto inicial de este trabajo y por motivarnos a la culminación del mismo.

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CDCH UCV, por el apoyo prestado a través de los proyectos de investigación y desarrollo PI 08.15.5431.2007.

A los Ingenieros Adolfo y Adolfo de la compañía LG, por hacernos comprender un poco mas aspectos importante para la realización de esta tesis.

A mis padres y hermano por su apoyo y sabios consejos a lo largo de mi formación como persona, hijo, compañero y amigo.

A mis abuelos, por compartir mi infancia y darme sabias enseñanzas y en especial a mi abuela por ser mi segunda mama.

A mis tíos y primos, por el apoyo incondicional que me han dado de una u otra forma, la cual ha sido muy valiosa y apreciada.

A Daniel, por compañero de tesis, de carrera y por supuesto como amigo.

A la Familia León, por recibirme en su hogar y hacer que durante la estadía me sintiera como en mi propia casa.

A Oswaldo y Jaime, por hacer que la realización de este trabajo pareciera una labor más fácil de realizar.

A los Ingenieros José Manuel Gómez, Manuel Pérez, Al Dubán Pérez y Wilfredo Marín que con sus aportes y comprensión nos permitieron dar grandes pasos en la realización de este trabajo

A mis amigos y compañeros, que a lo largo de la vida me han brindado su amistad y enseñanzas, fortaleciéndome día a día como mejor persona. Me reservo los nombres de todos y cada uno de ellos para evitar olvidarme de alguno; sin embargo todos saben que han hecho un gran aporte imborrable y que han ido dibujando con sus peculiaridades y características únicas, la persona que hoy en día soy. Gracias a todos.

Al Team Formula SAE-UCV y a todos sus integrantes, por brindarme una enseñanza invaluable y por todos los conocimientos y experiencias vividas durante la participación en esta organización.

A la Organización de Taekwondo Chelmar, por mostrarme un camino a seguir y enseñarme a nunca rendirme en las peores situaciones y por sobre todo levantarme y seguir adelante. En especial gracias a las enseñanzas de mi profesor Gustavo Zárraga, el cual me ha guiado en forma correcta a alcanzar grandes logros.

Oscar Ibarra

En primer lugar, a Dios, por iluminarme el camino que decidí tomar y por entregarme las fuerzas que necesite para vencer las adversidades.

A la Universidad Central de Venezuela, a la Escuela de Ingeniería Mecánica y todos sus profesores, por haber influido de manera positiva en nuestra formación como profesionales y como personas. Muy especialmente agradezco al profesor Crisanto Villalobos por haberme brindado su ayuda y apoyo cada vez que lo necesite.

Al Profesor Miguel Padilla, por habernos dado la oportunidad de desarrollar un de realizar este trabajo y por motivarnos para la culminación del mismo.

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico CDCH UCV, por el apoyo prestado a través de los proyectos de investigación y desarrollo PI 08.15.5431.2007.

A los Ingenieros Manuel Pérez, Al Dubán Pérez, Wilfredo Marín, José Manuel Gómez y Víctor Salazar, que con sus aportes y comprensión nos permitieron dar grandes pasos en la realización de este trabajo.

A Oscar Ibarra, que con su actitud impulsó la culminación de este trabajo de manera exitosa.

A mi Mamá por ser tan tolerante, cariñosa, preocupada y sensible a lo largo de todos estos años, a mi Papá por siempre apoyarme y demostrarme que lo que decidí hacer tiene mucho valor y a Edinson por ser tan excelente persona y más que todo un amigo incondicional.

A mi Padrino Mauricio Herrera, por apoyarme y ayudarme en tantas ocasiones, por ser tan buen amigo pero antes que todo por ser un ejemplo a seguir.

A mi tía Dilia, mi tío Alfredo, Melina, mi tía Carmen y a mi tío Jose Manuel, gracias por tantos buenos consejos. A mi tía Mauren, Mayra, Gerardo, Jennifer, Marígen y a mi abuela Aura por siempre estar conmigo apoyándome y valorando este esfuerzo.

A las familias León e Ibarra por hacerme sentir como en mi propia casa cada vez que nos reunimos para realizar este trabajo.

A María Carolina Sucre por haber estado ahí, apoyándome y acompañándome en la mayor parte de esta lucha, de verdad gracias.

A todos mis compañeros de estudio en la Escuela de Ingeniería Mecánica: Oscar Ibarra, Fernando Chacón, Francisco Marcano, Aquiles Escarrá, Israel Castillo, Freddy Cárdenas, Victoria Conde, Andrea Dávila, Luis Rondón, Sebastián Vallejos, Luis Guerra, Leoner Azuaje, Olga Velasco, Iván Poskal, Pedro Medina, Oswaldo León y Jaime Herrera.

A todas las grandes amistades que coseché durante esta travesía y a todos aquellos que me hicieron pasar tan gratos momentos, ustedes hicieron que culminar esto fuese mucho más sencillo: Ronald, Tomás, Ricardo, Fava, Mikuski, Alelu, Cynthia, Nancy, Alexis, David, Eliana, Denise, Chiro, Kathy, Nathy y a todos aquellos que seguro estoy pasando por alto, igual saben que son y serán importantes para mí.

Daniel Volcán

Ibarra M., Oscar A./ y / Volcán G., Daniel J.

Diseño de un Banco de Pruebas para el Estudio del Ahorro Energético en Sistemas de Refrigeración y Acondicionamiento de Aire.

Tutor: Prof. Miguel Padilla

Trabajo Especial de Grado, Caracas U.C.V. Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica 2007. 149 pág.

Palabras Clave: (Acondicionamiento de Aire, Refrigeración, Banco de Pruebas, Ahorro Energético)

El presente Trabajo de Grado se fundamentó en la necesidad que se presenta en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la U.C.V en dotar al laboratorio de energética de un equipo que estudie el comportamiento de parámetros físicos y termodinámicos de los sistemas de Acondicionamiento de Aire y ciclos de Refrigeración, con la finalidad de determinar cuales de ellos se pueden optimizar en función de garantizar un Ahorro Energético. El diseño final del Banco de Pruebas consiste en dos sistemas de Acondicionamiento de Aire de expansión directa. En este diseño se considera que los equipos a instalar dependen de la carga de enfriamiento del laboratorio a su máxima capacidad, y de que al realizar una investigación en el mercado nacional, se resolvió que la manera más sencilla de cubrir esta capacidad es utilizando dos equipos de acondicionamiento de aire de capacidades diferentes. La solución elegida fue instalar un equipo de 12000 Btu/h y otro de 24000 Btu/h. La idea de colocar dos equipos de capacidades distintas es que se podría establecer un “set point” diferente a cada equipo, lo que haría que ambos trabajaran a su máxima capacidad hasta llevar la temperatura del entorno al “set point” que se coloque mas alto, para luego, matener en funcionamiento el segundo equipo y de esta manera reducir el consumo eléctrico que generaría un equipo de mayor capacidad trabajando siempre al cien por ciento.

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

A	Área.
C.C.	Calor de compresión
CFM	Velocidad de infiltración o ventilación del aire
CS	Coefficiente de sombreado
CT	Cambio de temperatura entre el aire interior y el exterior
D	Diámetro de la tubería
ΔT	Diferencia de Temperatura
ΔT_e	Diferencia de temperatura para carga de enfriamiento
E	Módulo de elasticidad del material
ER	Efecto refrigerante
e_{dist}	Energía de distorsión
ε	Rugosidad del material.
FB	Factor de balastra.
FCE	Factor de carga de enfriamiento
FGCS	Factor de ganancia máxima de calor solar
g	Aceleración de Gravedad
h	Entalpía
K	Corrección debido al color de la superficie.
LM	Corrección para latitud al color y mes
m_i	Masa inicial
m_f	Masa final
m_{in}	Masa que entra
m_{out}	Masa que sale
n	Número de personas
Q	Calor
Q_s	Calor sensible necesario para el aire de infiltración o ventilación. [BTU/h]
Q_l	Calor latente necesario para el aire de infiltración o ventilación [BTU/h]

Re	Número de Reynolds
σ_{VM}	Esfuerzo de Von Mises
σ_y	Tensión de límite elástico del material de la pieza
Tr	Temperatura del recinto
To	Temperatura de diseño exterior promedio
u	Energía interna
U	Coficiente general de transferencia de calor para el techo
V	Velocidad
W	Trabajo
W_2, W_1	Relaciones de humedad mayor (interior) y menor (exterior)

ÍNDICE CONTENIDO

	pp.
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULOS	
I EL PROBLEMA	3
1.1. MOTIVACIÓN.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.3. OBJETIVOS GENERALES.....	6
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
1.5. ALCANCES.....	6
II MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. ANTECEDENTES.....	8
2.2. BASES TEÓRICAS.....	11
2.2.1. Refrigeración.....	11
2.2.2. Sistemas de refrigeración por compresión de vapor.....	11
2.2.3. Principios fundamentales de la termodinámica aplicada al sistema.....	13
2.2.3.1. Temperatura de evaporación.....	13
2.2.3.2. Temperatura de condensación.....	14
2.2.3.3. Standard ARI 540 (American Refrigeration Institute).....	14
2.2.3.4. Sobrecalentamiento.....	14
2.2.3.5. Subenfriamiento.....	15
2.2.3.6. Diagrama de presión-entalpía (P-h).....	16
2.2.3.7. Primera ley de la termodinámica.....	17
2.2.3.7.1. Efecto refrigerante.....	18

2.2.3.7.2. Calor de compresión.....	19
2.2.3.7.3. Calor de rechazo.....	19
2.2.4. Caídas de presión en tuberías.....	20
2.2.5. Ganancias de calor y cargas de enfriamiento.....	21
2.2.6. Sistema de expansión directa.....	32
2.2.7. Componentes del banco de prueba	33
2.2.7.1. Compresor.....	33
2.2.7.2. Evaporador.....	36
2.2.7.3. Condensador.....	37
2.2.7.4. Ventiladores.....	37
2.2.7.5. Dispositivos de expansión.....	40
2.2.7.6. Refrigerante.....	40
2.2.7.7. Líneas de refrigerante.....	42
2.2.7.8. Accesorios.....	44
2.2.8. Eficiencia energética.....	48
2.2.9. Diseño de estructuras.....	49
2.2.10. Método de elementos finitos.....	50
2.2.10.1. Tipos de mallas.....	54
2.2.11. Teorías de fallas.....	58
2.2.11.1 Teoría de la tensión tangencial máxima.....	58
2.2.11.2 Teoría de la máxima energía de distorsión.....	58
2.2.12. Sistemas de adquisición de datos.....	59
2.2.12.1. Transductores.....	61
2.2.12.2. Señales.....	62
2.2.12.3. Acondicionamiento de señales.....	64
2.2.12.4. Hardware para sistemas de adquisición de datos.....	64
2.2.12.5. Software para sistemas de adquisición de datos.....	65

III	MARCO METODOLÓGICO.....	66
	3.1. NIVELES DE INVESTIGACIÓN.....	66
	3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	66
	3.3. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN DE DATOS.....	67
	3.4. METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	68
	3.4.1. Programa de instrucciones o método de solución de problemas..	68
	3.4.2. Análisis de la necesidad.....	68
	3.4.3. Requisitos de uso o especificaciones del diseño.....	68
	3.4.4. Generación de soluciones.....	69
	3.4.4.1. Métodos para generar ideas en grupo.....	69
	3.4.5. Evaluación.....	69
	3.4.6. Selección.....	69
	3.4.7. Diseño final.....	70
	3.4.8. Desarrollo final del proyecto.....	70
	3.4.9. Descripción del diseño.....	70
IV	ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.....	71
	4.1. ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES.....	71
	4.2. REQUISITOS DE DISEÑO.....	78
	4.3. CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA.....	80
	4.4. ALTERNATIVAS DE DISEÑO.....	84
	4.5. SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL.....	84
V	DESARROLLO DEL DISEÑO FINAL.....	85
	5.1. DISEÑO FINAL.....	87
	5.2. SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	89
	5.2.1. Selección de compresor.....	89
	5.2.1.1. Selección del compresor para el ciclo de 12000 Btu/h	93

5.2.1.2. Selección del compresor para el ciclo de 24000 Btu/h	95
5.2.2. Selección de las unidades evaporadoras.....	98
5.2.3. Selección de las unidades condensadoras.....	100
5.2.4. Selección de tuberías.....	102
5.2.5. Accesorios.....	105
5.2.5.1. Filtro secador.....	105
5.2.5.2. Visor de líquido.....	107
5.2.5.3. Acumuladores de succión.....	108
5.2.6. Diseño de la estructura.....	109
5.2.6.1. Requisitos de diseño de la estructura.....	109
5.2.6.2. Alternativas de diseño de la estructura.....	110
5.2.6.3. Selección de diseño de la estructura.....	117
5.2.7. Análisis de esfuerzos.....	120
5.2.8. Adquisición de datos.....	127
VI CÓMPUTOS MÉTRICOS Y GUÍA DE INSTALACIÓN.....	133
6.1. CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	133
6.2. GUÍA DE INSTALACIÓN	135
SÍNTESIS Y CONCLUSIONES.....	138
RECOMENDACIONES.....	142
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144
APÉNDICES.....	150
APÉNDICE A: GUÍAS DE LABORATORIO	
APÉNDICE B: PLANOS	
APÉNDICE C: TABLAS	
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

		pp.
Tabla 2.1	Características principales del R22	40
Tabla 4.1	Tabla comparativa entre compresores del tipo Inverter y compresores convencionales	73
Tabla 4.2	Conducción a través de la estructura exterior (Cálculo de pared norte y oeste)	79
Tabla 5.1	Características del compresor de 12000 Btu/h	90
Tabla 5.2	Características del compresor de 24000 Btu/h	92
Tabla 5.3	Características de las unidades evaporadoras	95
Tabla 5.4	Características de las unidades condensadoras	97
Tabla 5.5	Ductería de descarga del condensador	98
Tabla 5.6	Características del filtro secador	102
Tabla 5.7	Características del visor de líquido para ambos sistemas	103
Tabla 5.8	Características de los acumuladores de succión	104
Tabla 5.9	Matriz de selección del diseño de la estructura.	114
Tabla 5.10	Ventajas comparativas de los sistemas de adquisición de datos recomendados	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Sistema de refrigeración por compresión de vapor	11
Figura 2.2. Subenfriamiento en la unidad condensadora	16
Figura 2.3. Diagrama P-h del refrigerante R22	17
Figura 2.4. Equipo split	32
Figura 2.5. Caídas de presión por fricción en ductos de ventilación	38
Figura 2.6. Filtro secador	44
Figura 2.7. Visor de líquido	45
Figura 2.8. Acumulador de succión	47
Figura 2.9. Tipos de elemento finito	52
Figura 2.10. Mallado de elementos finitos	56
Figura 2.11. Deformaciones resultantes	57
Figura 2.12. Esquema general del sistema de adquisición de datos de temperatura	60
Figura 2.13. Esquema general del sistema de adquisición de datos de presiones	60
Figura 4.1. Regulación de Potencia en Plantas Frigoríficas” ET-426	71
Figura 4.2. “Planta Combinada”	72
Figura 4.3. Funcionamiento de un equipo convencional	76
Figura 4.4. Funcionamiento de un equipo MPS Variable operando a baja carga	76
Figura 4.5. Comparación del efecto del Permafrost en líneas de refrigerante	77
Figura 5.1. Diagrama de flujo de las opciones de funcionamiento del banco de pruebas	85
Figura 5.2. Esquema general del ciclo de refrigeración	86
Figura 5.3. Diagrama P-h del ciclo de refrigeración	87
Figura 5.4. Unidad evaporadora de 24000 BTU/h	95
Figura 5.5. Unidad evaporadora de 12000 BTU/h	95
Figura 5.6. Unidad condensadora de 12000 Btu/h	97
Figura 5.7. Modelos de aislante térmico de tipo “Armaflex”.	100
Figura 5.8. Modelos de filtros secadores	102
Figura 5.9. Modelos de visores de líquido	104
Figura 5.10. Acumuladores de succión	105
Figura 5.11. Alternativa de diseño E1	107
Figura 5.12. Alternativa de diseño E2	108
Figura 5.13. Alternativa de diseño E3	108
Figura 5.14. Alternativa de diseño E4	109
Figura 5.15. Alternativa de diseño E5	110
Figura 5.16. Alternativa de diseño E6	110
Figura 5.17. Alternativa de diseño E7	111
Figura 5.18. Alternativa de diseño E8	112
Figura 5.19. Alternativa de diseño E9	112
Figura 5.20. Alternativa de diseño E10	113

Figura 5.21. Vista isométrica del banco de pruebas	115
Figura 5.22. Estructura base del banco de pruebas	117
Figura 5.23. Vista isométrica del mallado automático de la estructura base del banco de pruebas	117
Figura 5.24. Vista isométrica de la simulación de cargas en la estructura base del banco de pruebas	118
Figura 5.25. Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado automático)	120
Figura 5.26. Simulación gráfica representativa de los desplazamientos en el banco de pruebas (Mallado Automático)	120
Figura 5.27. Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado tipo P)	121
Figura 5.28. Simulación gráfica representativa de los desplazamientos en el banco de pruebas (Mallado Tipo P)	121
Figura 5.29. Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado tipo H).	122
Figura 5.30. Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado tipo H)	122
Figura 5.31. Tarjeta de adquisición de datos, modelo cFP-1804	124
Figura 5.32. Módulos de entrada de termocuplas, modelo cFP-TC-120	125
Figura 5.33. Bloque conector, modelo cFP-CB-3	125
Figura 5.34. Módulos de entrada de galgas extensiométricas, modelo cFP-SG-140	126
Figura 5.35 Bloque conector modelo NI cFP-CB-1	126
Figura 5.36 Termocupla Tipo T	127
Figura 5.37 Galgas extensiométricos de la serie 19C de Sensor Technics	127
Figura 5.38 Esquema general de un contador de potencia	128
Figura 5.39 Medidor común de consumo eléctrico	128

INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia los seres humanos han tratado, en la medida de sus posibilidades, desenvolverse en un ambiente confortable. Una de las principales condiciones y tal vez la de mayor relevancia para garantizar esta condición de confort, viene dada por la temperatura y la humedad del aire que se encuentra en el ambiente en el que nos desenvolvemos. Los inicios del acondicionamiento de aire en la actualidad se originan con Willis Carrier en el año 1902, el cual sentó las bases de la refrigeración siendo el que desarrolló el proceso de “climatización de verano”, aunque no fue sino hasta 1915 que se fundó la “Compañía de ingeniería Carrier”.

El acondicionamiento de aire es el proceso mediante el cual podemos controlar estas variables y manipularlas hasta llevarlas a los niveles apropiados. En el desarrollo de las nuevas tecnologías encontramos que el acondicionamiento de aire no solo es necesario para garantizar unas condiciones apropiadas para los seres humanos, sino que también es necesario garantizar condiciones de temperatura y humedad bastante restringidas para mantener el buen funcionamiento de equipos electrónicos. Es por ello que encontramos una clasificación principal de los equipos de acondicionamiento de aire. Los sistemas de acondicionamiento de aire se clasifican en dos grupos: sistemas de precisión y sistemas de confort.

Los sistemas de precisión son aquellos que mantienen los niveles de humedad y temperatura en rangos muy pequeños, por ende, proporcionan cierta estabilidad, la cual es requerida por algunos equipos electrónicos; por otra parte los sistemas de confort, son aquellos que están diseñados para controlar estas variables (temperatura y humedad) y mantenerlas en un rango no necesariamente tan reducido, además de que gran parte del trabajo que estos equipos realizan es para eliminar la humedad que se encuentra en el

ambiente, ya que las personas aportan cantidades importantes de humedad al mismo, mientras que los dispositivos electrónicos no lo hacen.

En un principio, era una práctica común acondicionar los espacios cerrados con equipos de expansión directa compactos, luego surgieron unidades en las cuales se separaban la unidad evaporadora de la condensadora, esto con la idea de reducir el ruido en los espacios a acondicionar, mejorar la eficiencia y aprovechar mejor los espacios, pero con el paso del tiempo, las áreas a acondicionar se fueron agrandando, por lo cual se necesitaba un sistema de acondicionamiento de aire que fuera capaz de acondicionar estos grandes espacios a un costo de energía razonable, con lo cual surgieron los sistemas de generación de agua helada.

Actualmente las empresas y corporaciones, se han visto afectadas por la crisis energética y las nuevas y mas estrictas regulaciones ambientales, por ello invierten grandes cantidades de capital en la investigación y desarrollo de alternativas dirigidas al ahorro de energético y a la adecuación tecnológica de sus equipos en miras de un comportamiento mas consciente en cuanto al aspecto ecológico y de conservación ambiental se refiere, cabe destacar que generalmente los sistemas de acondicionamiento de aire consumen una cantidad considerable de la energía total consumida en las instalaciones y sus agentes refrigerantes pueden ser muy contaminantes si se dejan escapar al ambiente.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1 MOTIVACIÓN

Actualmente, se está llevando a cabo una línea de investigación en la Escuela de Ingeniería Mecánica, orientada a la búsqueda de métodos y soluciones que generen un ahorro substancial en la energía consumida por las edificaciones, altamente influenciadas por los sistemas de acondicionamiento de aire, ya sea por reducir los costos operativos o por minimizar el gasto energético, obligando a mejorar la eficiencia de las instalaciones y optimización de los sistemas de control para la disminución del consumo energético.

En la Escuela de Ingeniería Mecánica no se dispone de un banco para ensayos de aire acondicionado y refrigeración, el cual permita llevar a cabo estudios orientados al ahorro de energía, en este sentido, se hace necesario diseñar un dispositivo que permita llevar a cabo este tipo de estudios.

La conservación del medio ambiente es también un objetivo a ser estudiado, esto debido a una nueva corriente de conciencia ecológica que ha desencadenado en leyes y regulaciones más estrictas en lo que a conservación y procura de los recursos naturales y especies del planeta se refiere. Debido a esta realidad, se han desarrollado nuevas tecnologías y equipos que apuntan a la conservación del medio ambiente y a la racionalización de los recursos energéticos, los cuales sabemos que son No Renovables, y su preservación es indispensable para el futuro de la vida en la tierra.

Adicionalmente, el análisis del comportamiento de ciertas variables dentro de un sistema de acondicionamiento de aire, pueden ayudar de manera importante a la comprensión de una gran cantidad de temas relacionados con el acondicionamiento de aire a lo largo de nuestros estudios para optar al título de Ingeniero Mecánico, tales como ciclos

de refrigeración por compresión de vapor y la psicrometría. Estos temas forman parte del pensum de estudio de Ingeniería Mecánica, particularmente de las asignaturas Termodinámica I, Termodinámica II, Mecánica de Fluidos, Aire Acondicionado y Refrigeración, donde se exponen las bases para la comprensión de los sistemas de acondicionamiento de aire.

Durante el curso de estas asignaturas se realizan diversas prácticas de laboratorio, las cuales estimulan al estudiante llamando su atención y favorecen la comprensión de la termodinámica como parte de nuestra vida cotidiana. Actualmente, encontramos en la escuela de Ingeniería Mecánica un laboratorio de termodinámica con una serie de equipos, los cuales son frecuentemente utilizados para realizar estos ensayos de laboratorio. El problema que se presenta es que los mismos se encuentran en malas condiciones, ya que están bastante deteriorados, además de ser obsoletos ya que fueron construidos en su mayoría hace más de veinte años. Por esta razón se tiene pensado realizar una renovación importante de estos equipos, mediante proyectos de rehabilitación del Laboratorio de Termodinámica de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la UCV, a la par de líneas de investigación relacionadas al ahorro de energía en sistemas de acondicionamiento de aire, las cuales consisten en una sustitución de los equipos existentes por unos equipos diseñados y construidos en la misma Escuela de Ingeniería Mecánica destinados específicamente al fortalecimiento de la docencia y la investigación en nuestra escuela.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente existe la necesidad de determinar métodos y soluciones que generen un ahorro substancial en la energía consumida por los equipos de acondicionamiento de aire, por lo cual se hace necesario estudiar cuales de los parámetros involucrados en estos procesos son necesarios mejorar en función de maximizar la eficiencia energética del equipo.

En la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela se esta desarrollando una línea de investigación orientada a estudiar el comportamiento de parámetros físicos y termodinámicos de los sistemas de acondicionamiento de aire, con la finalidad de determinar cuales de ellos se pueden optimizar energéticamente en función de minimizar el gasto energético y maximizar su desempeño, en este sentido, se plantea diseñar un banco de pruebas el cual permita modificar cada uno de los parámetros de tal manera que sea factible reproducir procesos de refrigeración y acondicionamiento de aire, pero con la disponibilidad de ajustarlos para obtener su máximo desempeño. Esto seria de mucha utilidad ya que permitiría comprender de manera global los fenómenos físicos y termodinámicos involucrados, entender el comportamiento de los sistemas en presencia de fallas mecánicas o eléctricas y proponer soluciones de ahorro energético para la industria y comercio

Adicionalmente existe una problemática relacionada con el mal estado de las instalaciones del Laboratorio de Termodinámica; ya que el mismo esta compuesto por equipos obsoletos o inservibles. Esto se debe a la gran cantidad de tiempo desde que se fabricaron y construyeron estos equipos y todo el tiempo que tienen desde que se les realizó un buen mantenimiento con cierta frecuencia, es por ello que los estudiantes de dicha escuela, no pueden realizar experiencias prácticas en estos equipos relacionadas a la teoría dictada en las aulas de clases.

El tema de la presente investigación se refiere a diseñar un banco de prueba de acondicionamiento de aire, con una propuesta actual enfocada al ahorro energético. Este nuevo equipo se utilizará en el laboratorio para realizar prácticas ilustrativas y permitirá visualizar diferentes variables a lo largo del sistema mediante una serie de dispositivos de adquisición de datos. En el diseño se contemplarán variaciones en la cantidad de evaporadores, condensadores compresores y dispositivos de expansión a instalar, con los cuales podremos observar las variaciones en las propiedades del líquido refrigerantes en varios puntos del sistema.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un banco de pruebas para el estudio del ahorro energético en sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Llevar a cabo una revisión bibliográfica en los avances logrados el campo del ahorro energético en los sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración.
- Identificar el sistema termodinámico a ser estudiado, sus componentes, fronteras y propiedades termodinámicas y físicas, así como sus interacciones.
- Establecer una metodología de diseño que permita obtener varias propuestas de bancos de pruebas a ser estudiados.
- Establecer los posibles procesos a efectuarse en el banco de prueba.
- Seleccionar, de acuerdo a los criterios utilizados en los puntos anteriores, el diseño que mejor se adapte a los requerimientos del problema planteado.
- Desarrollar la propuesta seleccionada en el punto anterior en función de dimensionar, especificar y seleccionar equipos y materiales a ser utilizados.
- Establecer propuestas para el estudio de ahorro energético utilizando el banco diseñado.
- Elaborar el proyecto para la construcción del diseño elaborado, presentando las especificaciones generales y mecánicas, cálculos métricos y los planos tanto del equipo como la ubicación del mismo.

1.5 ALCANCES

- Se realizó un estudio de las tecnologías existentes en la actualidad, además de realizar una investigación en diversas fuentes tales como: libros, catálogos, Internet etc. De temas

y artículos relacionados con sistemas de acondicionamiento de aire, refrigeración, ventilación y automatización de procesos.

- Después de realizar la revisión bibliográfica se aisló el sistema termodinámico para su estudio, de esta forma se determinó una idea sobre el diseño del banco de prueba deseado. Posteriormente se seleccionó el ciclo de refrigeración adecuado, los equipos necesarios, las propiedades adecuadas entre otras cosas.
- Se realizó una tormenta de ideas, la cual arrojó varias propuestas para el diseño del banco de pruebas, así como también los criterios más importantes de selección para encontrar la propuesta que mejor se adaptó a los requerimientos.
- Se definió el ciclo en el banco de pruebas, así como la cantidad de compresores, evaporadores, condensadores, válvulas de expansión y puntos de adquisición de datos, que se van a encontrar en el banco de pruebas.
- Se realizó una matriz de selección, con unos criterios previamente establecidos para seleccionar la alternativa que mejor se adapta a los requerimientos del banco de pruebas.
- Una vez seleccionada la alternativa a desarrollar, se dimensionó el banco de pruebas, así como también se realizó la selección de los materiales de construcción más adecuados para la futura construcción del banco.
- En función al diseño seleccionado se realizaron algunas propuestas sobre el estudio de ahorro energético. Se plantearon propuestas, las cuales están orientadas a variar de alguna u otra manera ciertas propiedades del ciclo, así como también variar los equipos que lo conforman, con el objetivo de conseguir un mayor coeficiente de operación (COP).
- Una vez definido el diseño final del banco de pruebas, se procedió a hacer los planos del mismo en un software CAD, así como también se elaboraron los cálculos métricos necesarios para la futura construcción del mismo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES:

A continuación se mencionarán las principales referencias que fueron de mayor utilidad al momento de realizar el diseño del banco de pruebas.

- **Gana S., Villegas A. (1995).** *“Equipo de aire acondicionado para entrenamiento y simulación de fallas de la empresa ISMACA”*.

Este trabajo fue elaborado con la idea de dotar a la escuela de Ingeniería Mecánica y a la empresa ISMACA de un equipo con el cual se pudiese capacitar al estudiante de ingeniería o al técnico especializado, en el campo del aire acondicionado y la refrigeración de una forma más directa y práctica. Con el fin de que al enfrentar un problema específico pueda ser identificado con mayor facilidad.

- **Gómez Y. (2005).** *“Diseño de un banco de ensayos para el estudio de flujo bifásico isotérmico de gas y de líquido en tuberías”*

En este trabajo especial de grado se ha diseñado un banco de ensayos para el estudio de flujo bifásico isotérmico de gas y líquido en tuberías, donde a través de una metodología de diseño que comprende un estudio de usuarios, tecnologías existentes, ambiente, espacio disponible, entre otros, se obtuvieron las especificaciones de diseño y a través de técnicas creativas se definió un concepto solución el cual fue desarrollado. Este banco se caracteriza por su versatilidad en cuanto a la variación del ángulo de inclinación, tipos de líquidos de operación, caudales de operación y diámetros de tuberías.

- **Ibarra R., Tovar K. (2006).** *“Rediseño y construcción de un banco de ensayos para el estudio de flujo de gas y/o de líquido isotérmico en tuberías”*

Este trabajo especial de grado tuvo como objetivo principal rediseñar y construir un banco de ensayos para estudiar flujo de gas y/o de líquido isotérmico en tuberías para diferentes ángulos de inclinación utilizando como base el diseño propuesto por Gómez (2005). Para ello se realizaron análisis de esfuerzos de los diferentes elementos constructivos, evaluación de costos, disponibilidad de materiales en el mercado, procesos de manufactura y métodos de ensamble, obteniéndose como resultado una mejora del diseño original, traducida en versatilidad, fácil manejo y seguridad. Una vez construido el banco de ensayos, se procedió a la instalación de la instrumentación necesaria para llevar a cabo pruebas experimentales con flujo monofásico (aire), de manera de comprobar el funcionamiento del banco.

- **Marín W., Pulido C. (2007).** *“Implementación de un sistema de adquisición de datos para una maquina de ensayos de compresión-tracción vertical”*

Este trabajo consistió en la recuperación de una máquina de ensayos de compresión y tracción vertical de 2500 kg., perteneciente al Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica de la U.C.V., mediante la implementación de un Sistema de Adquisición de Datos. Para ello se efectuó un estudio de las diferentes posibilidades en cuanto a acondicionamiento de señales, tarjetas de adquisición de datos y los requisitos computacionales.

- **Djurisic D., Tovar L. (2007).** *“Ahorro de energía en los sistemas de acondicionamiento de aire instalados en un complejo de oficinas pertenecientes a una compañía de telecomunicaciones”*.

Este trabajo especial de grado consistió en realizar un levantamiento y análisis exhaustivo de los equipos que se encontraban en la compañía para el momento. Al obtener resultados bajos en cuanto a eficiencia se refiere, hicieron propuestas sobre sustitución de *chillers* antiguos, por unos nuevos con mejor desempeño. También recomendaron modificaciones para el sistema de monitoreo y control de las instalaciones.

2.2 BASES TEÓRICAS:

En esta sección se mencionan y desarrollan los conceptos fundamentales que sustentan o explican el tema, principalmente los conceptos concernientes a la refrigeración y acondicionamiento de aire.

2.2.1 Refrigeración

Se define como la extracción de calor de una sustancia para mantenerla a una temperatura convenientemente baja, inferior a la temperatura del medio ambiente. El sistema más comúnmente utilizado para producir refrigeración, es el sistema de compresión de vapor.

2.2.2 Sistemas de refrigeración por compresión de vapor

El proceso que se lleva a cabo en este sistema es mostrado en el diagrama de flujo indicado a continuación.

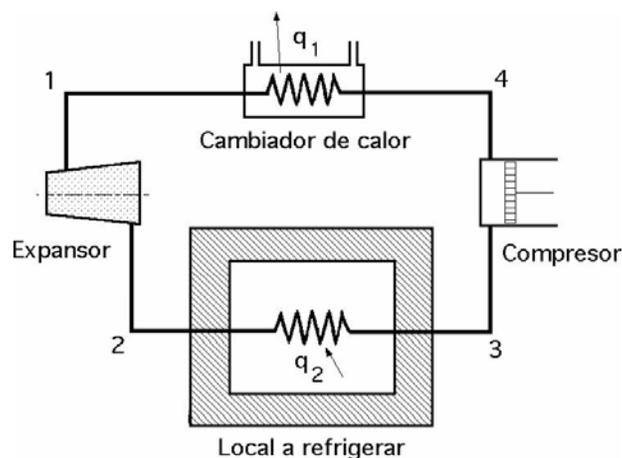


Figura n° 2.1: Sistema de refrigeración por compresión de vapor. Fuente: Internet [2.1].

Los procesos que se llevan a cabo en el siguiente sistema son los siguientes:

- Proceso 1-2: en este proceso el refrigerante pasa de estar en estado líquido a una presión y temperatura relativamente altas, a una condición de presión que es tan baja que se evapora una parte de refrigerante, para evaporarse este debe ganar calor, el cual obtiene a partir del refrigerante que no se evapora, de esta forma se enfría la mezcla. Este proceso se logra al hacer circular el refrigerante a través de una restricción, llamada dispositivo de control de flujo, o dispositivo de expansión.
- Proceso 2-3: en este proceso el refrigerante pasa de estar a una baja temperatura y en estado líquido a evaporarse por completo, esto sucede al hacer circular el refrigerante por un intercambiador de calor de dos circuitos llamado evaporador. Este intercambiador es de doble circuito, el refrigerante circula por uno de estos circuitos, mientras que por el otro circuito circula el fluido a refrigerar, que generalmente es aire o agua. El fluido por refrigerar se encuentra a una temperatura levemente mayor que la del refrigerante, produciéndose así una transferencia de calor entre ambos.
- Proceso 3-4: el refrigerante al abandonar el evaporador se encuentra a baja temperatura y presión. Para reutilizar el refrigerante o poder obtener el efecto de evaporación nuevamente debemos garantizar las condiciones a las que se encontraba el refrigerante en el momento de entrar al dispositivo de expansión, es decir líquido a alta presión. En este proceso, se aumenta la presión del refrigerante gaseoso al hacerlo circular por un compresor. Al salir del mismo, el refrigerante también obtiene un aumento considerable de temperatura como consecuencia del aumento de presión.

- Proceso 4-1: el refrigerante abandona el compresor a alta presión y temperatura y en estado gaseoso, para llevarlo a estado líquido y así garantizar las condiciones necesarias a la entrada del dispositivo de expansión. Este cambio de fase se logra eliminando calor del refrigerante haciendo circular el mismo a través de un intercambiador de calor llamado condensador. Este intercambiador de calor es de doble circuito, igual al evaporador mencionado en el proceso 2-3, solo que en este caso el refrigerante está a una temperatura mayor que el fluido de enfriamiento, por lo tanto el calor se transfiere desde el refrigerante hacia el fluido de enfriamiento, teniendo como consecuencia una condensación del refrigerante.

Este tipo de sistemas tienen como principales aplicaciones el sistema con generación de agua helada y el sistema de expansión directa, siendo este último el utilizado en el presente trabajo especial de grado.

2.2.3 Principios fundamentales de termodinámica aplicada al sistema

En este punto se mencionarán los conceptos fundamentales manejados en el desarrollo de este trabajo, así como las ecuaciones derivadas de la primera ley de la termodinámica.

2.2.3.1 Temperatura de evaporación

Temperatura en la cual un líquido se vaporiza dentro de un evaporador. La selección de esta temperatura en el diseño del banco de prueba, se ha basado en las normas ARI 540. En ella encontramos que la temperatura de diseño para el evaporador es de 45°F o 7,2°C.

2.2.3.2 Temperatura de condensación

Temperatura de un líquido en el cual ocurre la condensación. Estas temperaturas se seleccionaron de un rango estándar de la mayoría de aplicaciones de aire acondicionado. Fueron seleccionadas de las normas ARI, del Standard 540 2004. En ella encontramos que la temperatura de diseño para el condensador es de 130°F o 54,44°C.

2.2.3.3 Standard ARI 540 (American Refrigeration Institute)

El propósito de este standard es establecer definiciones, requerimientos de prueba, requerimientos operacionales, requerimientos mínimos para datos publicados; en la utilización de compresores de desplazamiento positivo que usan refrigerante.

La intención de este Standard es servir de guía a la industria de la refrigeración, así como a fabricantes, ingenieros, instaladores, contratistas y usuarios.

2.2.3.4 Sobrecalentamiento

El sobrecalentamiento es la diferencia entre la temperatura de succión del compresor y la temperatura de evaporación.

Una de las diferencias en el funcionamiento entre el ciclo con y sin sobrecalentamiento en el evaporador es que se obtiene un pequeño aumento en el efecto de refrigeración

Es importante que el vapor refrigerante que sale del evaporador esté a pocos grados sobre la temperatura de saturación, para asegurar que no entre líquido al compresor, ya que si esto ocurriera, se dañaría. Lo anterior se logra ajustando la tensión del resorte de la

válvula a un valor que evite que la presión del bulbo abra la válvula más, a menos que el gas que sale del evaporador este sobrecalentado.

Las temperaturas típicas de control del sobrecalentamiento varían entre 5°F y 14°F. En nuestro caso usaremos una temperatura media de sobrecalentamiento 10°F

2.2.3.5 Subenfriamiento

El subenfriamiento del líquido dentro del condensador, puede ser determinado mediante la diferencia de temperatura de condensado, y la del líquido a la salida del condensador. Cuando el refrigerante es subenfriado no tiene pérdida en su presión de vapor. La temperatura de líquido a la salida del condensador debe ser medida mediante un termistor, ó un termocupla para obtener una buena precisión.

El refrigerante puede subenfriarse, ya sea en el condensador o en un intercambiador adicional de calor. En un diagrama P-H, se puede observar que el efecto de refrigeración aumenta con el subenfriamiento, y que se produce menor cantidad de gas de vaporización súbita.

El subenfriamiento en el condensador nos asegura la existencia de líquido en la parte baja a la salida del condensador, en tal forma que el receptor o la línea de líquido no se alimenten con vapor refrigerante. Esta situación también prevé que los gases no condensables salgan del condensador. Este subenfriamiento en conjunción con la presión de descarga en el condensador nos indica la cantidad de carga de refrigerante en el sistema. Un alto grado de subenfriamiento en el condensador indica que está inundado de refrigerante, su área efectiva de disipación de calor se reduce y su presión será alta, con la consecuente pérdida de capacidad del sistema (un aumento del 10 % en la presión de descarga de un compresor, causa un detrimento en su capacidad aproximadamente de un 10 %, con una baja en consumo potencia de solo un 7 %, por lo que también baja la eficiencia).

El subenfriamiento resulta en una potencia más baja requerida por el compresor, por unidad de capacidad, y un mayor coeficiente de rendimiento. Además también disminuye el desplazamiento requerido por el compresor. Luego, resulta obvio que el subenfriamiento es conveniente, y constituye por tanto, una práctica común. Desde el punto de vista de la conservación de la energía, el subenfriamiento puede fácilmente reducir el consumo de energía de un 5 a un 15%. Existen diferentes maneras de alcanzar el subenfriamiento sin tener que utilizar un condensador de mayor capacidad.

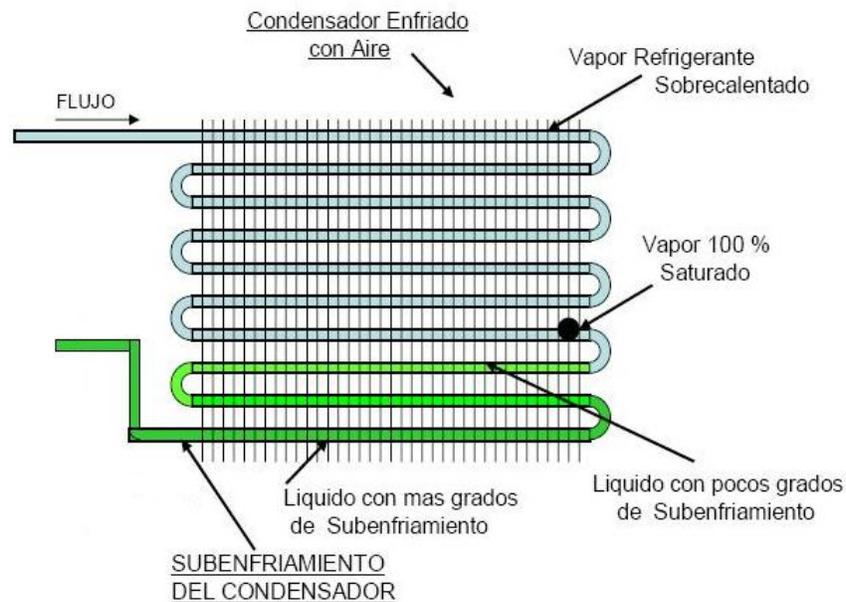


Fig n° 2.2. Subenfriamiento en la unidad condensadora. Fuente: Los Autores.

2.2.3.6 Diagrama de presión-entalpía (P-h)

El diagrama de presión-entalpía es un diagrama muy utilizado en el campo de la refrigeración, ya que es necesario trabajar con diferentes presiones y temperaturas y este

diagrama ofrece un camino práctico de determinar los cambios de entalpía. Este diagrama muestra las presiones en el eje de las ordenadas en escala logarítmica y las entalpías en el eje de las abscisas. Además este diagrama presenta una región, en la cual se muestra la zona en la que coexiste el líquido y el vapor llamada domo de saturación.

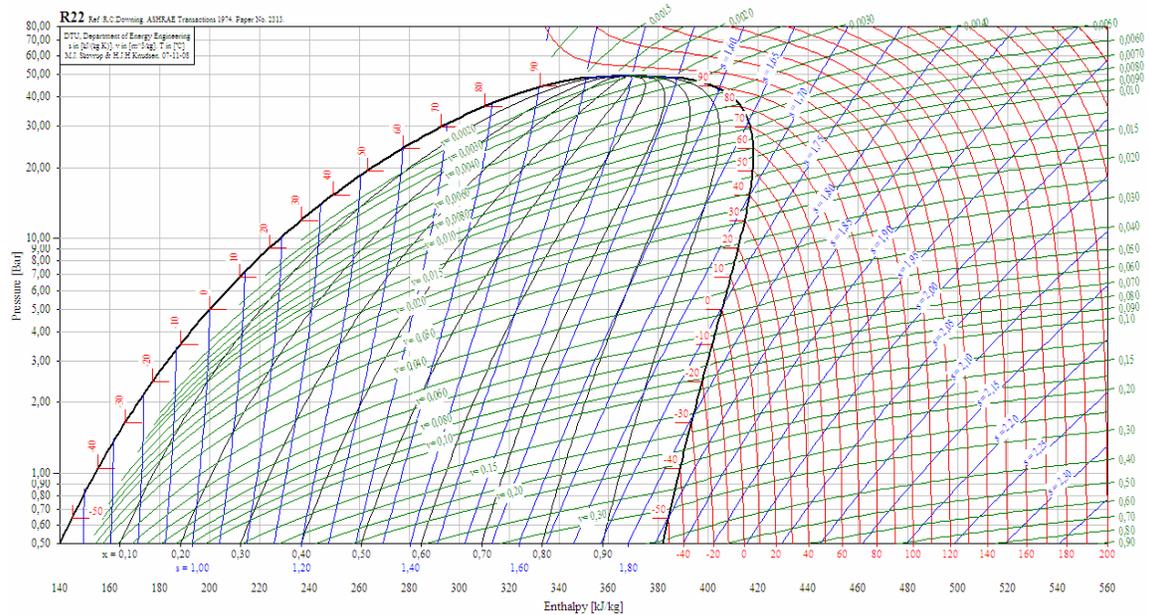


Fig nº 2.3. Diagrama P-h del refrigerante R22. Fuente: Los Autores.

2.2.3.7 Primera ley de la termodinámica

Esta ley esta basada en principio de que la energía no se puede crear ni destruir, y en base a este se define la primera ley como: El cambio de energía total de un sistema es igual a la energía agregada al sistema menos la energía eliminada del mismo.

$$\begin{aligned} & \sum m_{in} \left(h + \frac{V^2}{2} + gz \right)_{in} - \sum m_{out} \left(h + \frac{V^2}{2} + gz \right)_{out} + Q - W = \\ & = \left[m_f \left(u + \frac{V^2}{2} + gz \right)_f - m_i \left(u + \frac{V^2}{2} + gz \right)_i \right]_{sistema} \end{aligned} \quad [2.1]$$

Donde:

m_{in} = masa que entra

h = entalpía

m_{out} = masa que sale

Q = Calor

W = Trabajo

U = Energía interna

m_i = masa inicial

m_f = masa final

V = Velocidad

g = Aceleración de Gravedad

A partir de la primera ley de la termodinámica, se realizan varios cálculos, necesarios para el diseño del banco de pruebas.

2.2.3.7.1 Efecto refrigerante

El aumento de la entalpía del refrigerante en el evaporador se conoce como efecto de refrigeración.

Se le llama efecto de refrigeración debido a que representa asimismo la cantidad de calor removido del medio que se debe enfriar por cada libra o kilogramo de refrigerante que

fluye. El producto del efecto refrigerante por el flujo másico del refrigerante resulta en el calor absorbido en el evaporador.

$$ER = h_{\text{entrada_del_compresor}} - h_{\text{entrada_del_evaporador}} \quad [2.2]$$

$$\dot{Q}_{\text{evap}} = \dot{m}(h_{\text{entrada_del_compresor}} - h_{\text{entrada_del_evaporador}}) \quad [2.3]$$

2.2.3.7.2 Calor de compresión

El calor de compresión se define como el aumento de la entalpía del refrigerante, como resultado de la compresión. El producto del calor de compresión por el flujo másico del refrigerante resulta en la potencia del compresor.

$$CC = (h_{\text{salida_del_compresor}} - h_{\text{entrada_al_compresor}}) \quad [2.4]$$

$$\dot{W} = \dot{m}(h_{\text{salida_del_compresor}} - h_{\text{entrada_al_compresor}}) \quad [2.5]$$

2.2.3.7.3 Calor de rechazo

El calor de rechazo (C.R.) se define como la cantidad de calor removido por libra o kilogramo de refrigerante y este es la suma del efecto refrigerante y del calor de compresión. El producto del efecto refrigerante por el flujo másico del refrigerante resulta en el calor rechazado en el condensador.

$$CR = ER + CC \quad [2.6]$$

$$\dot{Q}_{\text{cond}} = \dot{Q}_{\text{evap}} + \dot{W} \quad [2.7]$$

2.2.4 Caídas de presión en tuberías

Para verificar los diámetros recomendamos por los fabricantes se utilizó el método desarrollado por Cohen (1999):

- a) Se calcula la longitud equivalente de la línea. Para ello se considera la medida de las tuberías, añadiéndole un factor de corrección según el dispositivo empleado, ya sean, codos, Tees, válvulas, etc.
- b) Se ajusta la capacidad de la línea según la temperatura de evaporación y condensación requeridas.
- c) Se calcula la caída de presión en la línea y la misma se traduce en una caída de temperatura. La línea de succión no debe exceder los 2°F, mientras que la línea de descarga no debe exceder los 1°F.

Formulas utilizadas:

$$\bullet \quad CAPACIDAD = CAPACIDAD_TABLA \times \left(\frac{Le_TABLA}{Le_REAL} \times \frac{T_REAL}{T_TABLA} \right)^{0.55} \quad [2.8]$$

$$\bullet \quad \Delta T = \Delta T_TABLA \times \left(\frac{Le_REAL}{Le_TABLA} \times \frac{CAPACIDAD_REQUERIDA}{CAPACIDAD} \right)^{1.8} \quad [2.9]$$

Donde:

- ΔT = Diferencia de temperatura de saturación. (°F)
- ΔT_TABLA = Diferencia de temperatura de saturación por cada 100 pies de longitud equivalente. (°F)
- T_TABLA = Temperatura de saturación indicada en tabla. (°F)
- T_REAL = Temperatura de saturación de operación del equipo. (°F)

- Le_TABLA = Longitud equivalente utilizada en tabla (100pies). (pies)
- Le_REAL = Longitud equivalente de la tubería de los equipos. (pies)
- $CAPACIDAD$ = Capacidad ajustada para valores del sistema. (Tr)
- $CAPACIDAD_TABLA$ = Capacidad de refrigeración indicada en tabla para un determinado diámetro de tubería. (Tr)
- $CAPACIDAD_REQUERIDA$ = Capacidad de refrigeración indicada en tabla para un determinado diámetro de tubería. (Tr)

2.2.5 Ganancia de calor y cargas de enfriamiento

También nombrada como carga de enfriamiento, es la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad para una aplicación específica (ej. Confort humano). Es la cantidad de calor que se retira de un espacio definido, se expresa en BTU, la unidad utilizada comercialmente relaciona unidad de tiempo, Btu/hr.

La ganancia de calor bruta del recinto es la velocidad a la que se recibe calor en cualquier momento del recinto. Esta ganancia de calor esta constituida por partes procedentes de muchas fuentes: radiación solar, alumbrado, conducción y convección, personas, equipo, infiltración. Todo el calor que se recibe de esas fuentes en general aire del recinto. Algo del calor, en especial la energía radiante del sol, las luces y la gente, se absorbe en los materiales dentro del recinto, tanto de su estructura como de sus muebles. A esto se le llama efecto de almacenamiento de calor: calor que se absorbe y se almacena en los materiales de construcción. Como resultado de ello, con frecuencia la ganancia neta de calor al aire del recinto, que procede de las fuentes de calor, es menor que las ganancias brutas de calor. La carga de enfriamiento del recinto, que es la velocidad a la cual se debe eliminar el calor del recinto para mantener las condiciones de diseño, es la suma de las ganancias netas de calor.

En diseño de aire acondicionado existen cuatro (4) tasas relativas de flujo de calor, cada una de las cuales varían en el tiempo y debe ser diferenciada:

1. Aumento de calor del espacio
2. Carga de enfriamiento del espacio
3. Tasa de extracción de calor del espacio
4. Carga del serpentín.

La ganancia de Calor Espacial (tasa instantánea de aumento de calor) es la tasa a la cual el calor entra y/o es generado internamente en un espacio en un momento determinado. La ganancia de calor es clasificada por el modo en el cual entra en el espacio y si es una ganancia sensible o latente.

Para calcular la carga de enfriamiento de un espacio, se requiere información de diseño detallada de la edificación e información climática a las condiciones de diseño seleccionados. Generalmente, los siguientes pasos deben ser seguidos:

- Características de la edificación.

Materiales de construcción, tamaño de los componentes, colores externos de fuentes y formas son normalmente determinados a partir de los planos de la edificación y especificaciones.

- Configuración:

Determinar la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones. La sombra de edificaciones adyacentes pueden ser

determinadas por un plano del sitio o visitando el sitio propuesto. Su permanencia probable debe ser cuidadosamente evaluada de ser incluida en los cálculos.

- Condiciones Exteriores de Diseño:

Obtener información climática apropiada y seleccionar las condiciones de diseño exterior. La condición climática puede ser obtenida de la estación meteorológica local o del centro climático nacional.

- Condiciones de diseño interior:

Seleccionar las condiciones de diseño interior tales como temperatura de bulbo seco interior, temperatura interior de bulbo húmedo y tasa de ventilación.

- Rutina de operación:

Obtener una rutina de iluminación, ocupantes, equipo interno, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna. Determinar la probabilidad de que el equipo de refrigeración sea operado continuamente o apagado durante períodos de no ocupación (ej. Noches y/o fines de semana).

- Fecha y tiempo:

Seleccionar el tiempo del día y el mes para realizar los cálculos de la carga de enfriamiento. Frecuentemente varias horas del día y varios meses son requeridos.

Los componentes que contribuyen a la ganancia de calor en el recinto son los siguientes:

- Conducción a través de paredes, techo y vidrios al exterior.
- Radiación solar a través de vidrios.
- Conducción a través de divisiones internas, cielos rasos y pisos.
- Personas.
- Alumbrado.
- Equipos.
- Infiltración del aire exterior a través de aberturas.

Conviene agrupar en dos partes esas ganancias de calor: las que proceden de fuentes externas al recinto, y las que se generan internamente. Según la descripción anterior se ve que los puntos 1 a 3 y 7 son ganancias de calor externo, y los puntos 4 a 6 son ganancias de calor interno. Se puede considerar que la infiltración es una clase separada. También conviene agrupar las ganancias de calor en dos grupos distintos ganancias de calor sensible y de calor latente. Las ganancias de calor sensible ocasionan un aumento de la temperatura del aire y las ganancias de calor latente se deben a la adición de vapor de agua, y por lo tanto aumentan la humedad. Los puntos 1 a 3 y 5 sólo son ganancias de calor sensible. Los puntos 4 y 7 son ganancias en parte de calor sensible y en parte de calor latente, y el punto 6 puede entrar en cualquiera de las categorías o en ambas, dependiendo del tipo de equipo.

- Conducción a través de la estructura exterior:

Las ganancias de calor por conducción a través de paredes, techo y vidrios que dan al exterior se calculan con la siguiente ecuación:

$$Q = U \times A \times \Delta T_e \quad [2.10]$$

Donde:

- Q = ganancia neta del recinto por conducción a través del techo, paredes o vidrio. [BTU/h]
- U = coeficiente general de transferencia de calor para el techo, paredes o vidrios. [Btu/h/ft²/°F]
- A = área del techo, pared o vidrio. [ft²]
- ΔTe = diferencia de temperatura para carga de enfriamiento [°F]

Se calculó la superficie a cada uno de los componentes empleando los planos de construcción. Los valores de “U” se pueden determinar por tablas (Apéndice 2.1 y 2.3) o bien se pueden calcular a partir de los valores de “R”. Si se calculan, nótese que los valores R de la capa de aire pueden ser diferentes en verano que en invierno, debido a que cambian las velocidades del viento.

La DTCE es una diferencia de temperatura que toma en cuenta el efecto de almacenamiento de calor. De tablas (Apéndice 2.1 y 2.2) se pueden obtener unos valores de DTCE para algunas formas de construcción de paredes y techo. Las construcciones de las paredes se pueden determinar por tablas (Apéndice 2.3).

Los valores de las tablas se basan en una temperatura de diseño interior de 78°F y una temperatura exterior, promedio diario, de 85°F con paredes y techos de colores oscuros, para el 21 de julio, a una latitud de 40°N, por eso estos valores se deben corregir de la siguiente manera:

$$\Delta Te = [(\Delta T + LM) \times K + (78 - Tr) + (To - 85)] \times f \quad [2.11]$$

Donde:

- ΔT_e = Valor corregido DTCE. [°F]
- ΔT = Temperatura de tablas (Apéndice 2.1 y 2.2).[°F]
- LM = Corrección para latitud al color y mes
- K = Corrección debido al color de la superficie.
- T_r = Temperatura del recinto. [°F]
- T_o = Temperatura de diseño exterior promedio. [°F]
- f = Factor de corrección para ventilación del cielo raso (solo para el techo)

- Conducción a través de la estructura interior:

El calor que pasa desde los espacios interiores sin acondicionamiento hasta los espacios acondicionados a través de divisiones, pisos y cielos rasos se puede calcular con la ecuación:

$$Q = U \times A \times \Delta T \quad [2.12]$$

Donde:

- Q = velocidad de transferencia de calor a través de la división, piso o cielo raso. [BTU/h]
- U = coeficiente global de transferencia de calor para la división, piso o cielo raso. [BTU/h/ft²/°F]
- A = área de división, piso o cielo raso. [ft²]
- ΔT = diferencia de temperatura entre los espacios sin acondicionar y los acondicionados [°F]

Si no se conoce la temperatura del espacio sin acondicionar, se emplea con frecuencia una aproximación que consiste en suponer que esta a 5°F menos que la temperatura exterior. Los espacios con fuentes de calor, como cuartos de calderas pueden estar a temperaturas mayores.

- Radiación solar a través de vidrios

La energía radiante del sol pasa a través de materiales transparentes como el vidrio y se transforma en ganancia de calor al recinto. Su valor varía con la hora, la orientación, el sombreado y el efecto de almacenamiento. La ganancia neta de calor se puede calcular mediante la siguiente ecuación:

$$Q = FGCS \times A \times CS \times FCE \quad [2.13]$$

Donde:

- Q = ganancia neta por radiación solar a través del vidrio. [BTU/h]
- $FGCS$ = factor de ganancia máxima de calor solar. [BTU/h/ft²/°F]
- A = área del vidrio. [ft²]
- CS = coeficiente de sombreado
- FCE = factor de carga de enfriamiento para el vidrio

El factor de ganancia máxima de calor solar ($FGCS$) es la ganancia máxima de calor solar a través de un vidrio sencillo de 1/8 de in en un mes, orientación y latitud dados.

- Alumbrado:

La ecuación para calcular la ganancia de calor debida al alumbrado es:

$$Q = 3.4 \times W \times FB \times FCE \quad [2.14]$$

Donde:

- Q = ganancia neta de calor debida al alumbrado. [BTU/h]
- W = capacidad del alumbrado. [Watts]
- FB = factor de balastra.
- FCE = factor de carga de enfriamiento para el alumbrado.

En muchas aplicaciones todo el alumbrado está encendido siempre, pero si no lo está, se debe emplear la cantidad real. El factor FB toma en cuenta las pérdidas de calor en el balastro de las unidades fluorescentes, u otras pérdidas especiales. Un valor típico de FB es 1,25 para el alumbrado fluorescente. Para el alumbrado incandescente no hay pérdidas adicionales y el $FB = 1,0$. El factor FCE toma en cuenta el almacenamiento de parte de la ganancia de calor por alumbrado. El efecto de almacenamiento depende de cuanto tiempo esta encendido el alumbrado y trabaja el sistema de enfriamiento, así como de la construcción del edificio, el tipo de unidades de alumbrado, y la cantidad de ventilación.

Para cualquiera de las siguientes condiciones no se puede permitir efecto de almacenamiento:

- a) Si el sistema de enfriamiento solo trabaja durante las horas de ocupación.
- b) Si el sistema de enfriamiento trabaja más de 16 h.
- c) Si se permite aumentar la temperatura del recinto durante las horas cuando no se ocupa (oscilación de temperatura).

Para estos casos mencionados anteriormente el $FCE = 1$.

- Personas.

La ganancia de calor debida a las personas se compone de dos partes: el calor sensible y el calor latente que resulta de la transpiración. Algo del calor sensible se puede absorber por el efecto de almacenamiento de calor, pero no el calor latente. Las ecuaciones para las ganancias de calor sensible y latente originado en las personas son:

$$Q_s = q_s \times n \times FCE \quad [2.15]$$

$$Q_l = q_l \times n \quad [2.16]$$

Donde:

- Q_s, Q_l = ganancias de calor sensible y latente [BTU/h]
- q_s, q_l = ganancias de calor sensible y latente por persona respectivamente. [BTU/h]
- n = número de personas
- FCE = factor de carga de enfriamiento para las personas

La velocidad de ganancia de calor debida a la gente depende de su actividad física. Una lista de valores para algunas actividades típicas se pueden encontrar en tablas (Apéndice 2.4) las cuales. Las velocidades están determinadas para una temperatura de BS de recinto de 78°F. Como se observa, los valores cambian ligeramente para otras temperaturas. El factor FCE, del efecto de almacenamiento de calor, se aplica a la ganancia de calor debida a las personas. Si el sistema de acondicionamiento de aire se apaga durante la noche, no se debe incluir almacenamiento de calor y el $FCE = 1$.

- Equipo.

La ganancia de calor debida al equipo se puede calcular en ocasiones en forma directa consultando al fabricante o a los datos de la placa, tomando en cuenta si su uso es intermitente. Algunos equipos producen tanto calor sensible como calor latente. La producción de calor procedente de los motores y el equipo que los impulsa se debe a la conversión de energía eléctrica en calor. La proporción de calor generado que pasa al recinto de acondicionamiento de aire depende de si el motor y la carga impulsada se encuentran ambos en el recinto, o tan sólo uno de ellos.

- Infiltración.

La infiltración de aire a través de fisuras en las ventanas o puertas ocasiona una ganancia de calor, tanto sensible como latente, en el recinto. La mayor parte de los sistemas de acondicionamiento de aire en el verano tienen ventilación mecánica que emplea algo de aire del exterior, con lo cual se reduce o se elimina la infiltración, porque se crea una presión positiva de aire dentro de la construcción. En este caso, el aire de ventilación no es una carga en el recinto, sino una carga para el equipo central de enfriamiento. Muchas construcciones modernas tienen ventanas selladas, y por lo tanto no tienen pérdidas por infiltración, excepto en las puertas.

- Ganancia de Calor Sensible efecto de la infiltración de aire.

La infiltración ocurre cuando el aire exterior entra a través de aberturas en la construcción, debido a la presión del viento. Las aberturas que más nos ocupan son las fisuras alrededor de los marcos de ventanas y puertas, y puertas abiertas. El aire infiltrado que entra a un recinto en invierno hace descender la temperatura del aire interior. Por lo tanto, se debe suministrar calor al recinto para mantener su temperatura de diseño.

Para calcular el efecto del aire de infiltración sobre la pérdida de calor sensible, es mas cómodo emplear las unidades de CFM (ft³/min) para el flujo de aire. Después de convertir las unidades, con calor específico válido para el aire, se deduce la siguiente ecuación:

$$Q_s = 1.1 \times CFM \times CT \quad [2.17]$$

Donde:

- Q_s = calor sensible necesario para el aire de infiltración o ventilación. [BTU/h]
- CFM = velocidad de infiltración o ventilación del aire. [ft³/min]
- CT = cambio de temperatura entre el aire interior y el exterior. [°F]
- Ganancia de Calor Latente efecto de la infiltración de aire

Como con frecuencia el aire de infiltración es menos húmedo que el aire interior, la humedad interior puede descender a un nivel inadmisibles para el confort. Para conservar la humedad del aire del recinto, se le debe agregar vapor de agua. La adición de esta humedad necesita de calor: el calor latente de evaporación del agua. Esto se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$Q_l = 0.68 \times CFM \times (W_2 - W_1) \quad [2.18]$$

Donde:

- Q_l = calor latente necesario para el aire de infiltración o ventilación [BTU/h]
- CFM = velocidad de infiltración o ventilación del aire, [ft³/min]

- W_2, W_1 = relaciones de humedad mayor (interior) y menor (exterior) [gramos de agua/lb de aire seco].

2.2.6 Sistema de expansión directa

En este tipo de sistema se encuentra en contacto directo el medio a enfriar con la superficie del serpentín siendo el medio a enfriar comúnmente agua o aire. Existen varios tipos de aires acondicionados que funcionan siguiendo el principio de expansión directa y son:

- Equipo Compacto
- Equipo de ventana:
- Equipo split

En el diseño del banco de prueba se decidió utilizar equipo tipo split, ya que este tipo de sistemas permite observar con mas claridad los componentes que conforman el ciclo de refrigeración. Este equipo posee dos unidades principales, la unidad condensadora y la unidad evaporadora, la primera esta conformada por el serpentín de condensación, el compresor y el ventilador. La segunda compuesta por el serpentín de evaporación y el ventilador. Estos equipos están diseñados para que sus componentes principales puedan ser instalados a distancia, su uso es principalmente residencial e industrial, las capacidades de estos equipos oscilan entre $\frac{1}{2}$ Tr y 40 Tr.



Fig n° 2.4: Equipo split. Fuente: Internet [2.2]

2.2.7 Componentes del banco de prueba

En este punto se hará la descripción de cada uno de los componentes que conforman el banco de pruebas con sus respectivas características técnicas. Cabe destacar que para mostrar de la mejor manera posible los componentes del banco, se diseñó un sistema similar al de tipo split, ya que al tener separados todos los componentes será de mucha mejor comprensión y visualización el sistema.

2.2.7.1 Compresor

Un compresor es una máquina construida para aumentar la presión y desplazar fluidos compresibles, tales como gases y vapores. Este efecto es realizado mediante una transferencia de energía que ocurre desde la máquina hacia el fluido, la cual se traduce en un cambio en la cantidad de movimiento del mismo.

En refrigeración, la principal función de un compresor es aumentar la presión de evaporización, hasta la presión a la cual el gas puede ser condensado, es decir, la presión debe ser aumentada hasta alcanzar la presión de saturación correspondiente a la temperatura de condensación. También podemos destacar que esta función principal trae como consecuencias unas funciones secundarias que a su vez son necesarias, tales como que el aumento de presión proporciona la energía necesaria para hacer que el refrigerante circule a través de la tubería y el equipo; además, la gran diferencia de presión que existe en el sistema, produce una expansión súbita en el dispositivo controlador de flujo, lo que se traduce en una caída importante de temperatura. Los principales tipos de compresores utilizados en la industria de refrigeración y del acondicionamiento de aire son: reciprocantes, rotativos, helicoidales, centrífugo y scroll. Según la disponibilidad de los equipos que se encuentran en el laboratorio, se utilizaron los compresores reciprocantes para el diseño del banco de pruebas, por lo tanto se ampliará un poco la información teórica de estos compresores.

El compresor reciprocante es similar al motor reciprocante de un automóvil, cuyos componentes principales son, cilindro, pistón, un eje de transmisión y válvulas de salida y descarga. Este compresor funciona mediante una máquina o motor eléctrico, el cual acciona el pistón mediante un sistema de transmisión. Al moverse el mismo hacia abajo, se desarrolla la “carrera de succión”; al aumentar el volumen del cilindro, se crea una disminución de presión por debajo de la línea de succión lo que induce que el gas refrigerante fluya hacia el cilindro a través de la válvula de succión. Luego al desplazarse hacia arriba el pistón, se desarrolla la “carrera de descarga”, al disminuir el volumen en el cilindro, se crea un aumento de la presión del gas, manteniendo tanto la válvula de succión como la de descarga cerradas, hasta que la presión del gas es tan elevada que sobrepasa la presión de la línea de descarga, lo que obliga a que la válvula de descarga se abra.

En el proceso de selección del compresor es necesario realizar unos cálculos para su determinación de manera eficiente. Estos cálculos son los siguientes:

- Flujo másico: este término se define como la masa de vapor en la succión del compresor por unidad de tiempo. La capacidad refrigerante de cualquier compresor depende de las condiciones de operación del sistema. El flujo másico de refrigerante en el sistema puede calcularse como el cociente entre la capacidad de refrigeración del sistema y el efecto refrigerante.

$$\dot{m} = \frac{\text{Capacidad}_{\text{requerida}}}{\text{Efecto}_{\text{refrigerante}}} \quad [2.19]$$

- Desplazamiento volumétrico teórico: es necesario calcular este término, ya que el compresor maneja el vapor cuyo flujo es medido en forma de volumen por unidad de tiempo, por ello es necesario definir el desplazamiento volumétrico requerido para poder seleccionar el compresor de los catálogos de fabricante.

$$DT = \frac{\text{Capacidad} \times v}{\text{Efecto}_{\text{refrigerante}}} \quad [2.20]$$

- Eficiencia volumétrica: este término se define como el peso del vapor accionado por el compresor sobre el peso del vapor teóricamente impulsado por el compresor calculado en base al volumen proveniente de la línea de aspiración. Este valor de eficiencia puede ser calculado como el cociente entre el desplazamiento volumétrico teórico y el desplazamiento volumétrico real del compresor.

$$\eta_v = \frac{\text{Desplazamiento}_{\text{teórico}_{\text{requerido}}}}{\text{Desplazamiento}_{\text{real}}} \quad [2.21]$$

- Eficiencia isentrópica: este valor de eficiencia nos indica que tan alejado de la idealidad se lleva a cabo el proceso en el compresor. Se define como el cociente entre el trabajo real que ejerce el compresor y el trabajo isentrópico que realizaría el mismo.

$$\eta_{isent} = \frac{\text{Trabajo_real}}{\text{Trabajo_isentrópico}} \quad [2.22]$$

2.2.7.2 Evaporador

El evaporador es un intercambiador de calor, el cual tiene como objetivo proveer una transferencia continua y eficiente de calor desde el medio que se desea enfriar, al fluido refrigerante. El medio que se desea enfriar puede ser un gas, un líquido, o un sólido, generalmente el fluido que se desea enfriar es aire o agua, en nuestro caso es el aire que se encuentra en el recinto. En los evaporadores más comunes el refrigerante fluye por los tubos, mientras que el aire que se desea enfriar fluye por el exterior de los mismos.

El refrigerante entra a la tubería del evaporador a baja temperatura y baja presión, como resultado de la expansión que experimenta al circular a través del dispositivo de control de flujo. Una pequeña porción del refrigerante se evapora debido a la súbita caída de presión, enfriando el líquido restante, así como el propio gas de vaporización súbita. La temperatura del refrigerante se controla a un valor deseado, por debajo de aquel al que se enfría el aire, mediante la selección del equipo apropiado y el uso del dispositivo del control. Debido a que el aire se encuentra a una temperatura más elevada que la del refrigerante, el calor fluye desde este aire, a través de la superficie de transferencia de calor del evaporador, hasta llegar al refrigerante.

El refrigerante líquido que entra al evaporador está a su temperatura de saturación, por consiguiente, se evaporará gradualmente a medida que recibe calor del aire a través del

serpentín del evaporador. En la mayoría de los tipos de evaporadores el refrigerante ya se evaporó en su totalidad al llegar a la salida del evaporador, y en muchos casos, puede ser hasta un vapor sobrecalentado, dependiendo de cuanto calor recibe y cuanto refrigerante fluye.

2.2.7.3 Condensador

El condensador, al igual que el evaporador, es un intercambiador de calor cuya función es remover o disipar el calor del refrigerante que sale del compresor hasta que el mismo se condense. En este equipo el calor es transferido del refrigerante a un medio de enfriamiento, que generalmente puede ser aire o agua. En nuestro caso, el medio refrigerante es el aire exterior. El refrigerante abandona el compresor a una temperatura considerablemente mas elevada que la temperatura de condensación, hasta colocarse a una temperatura que lo convierte en vapor sobrecalentado. En el condensador ocurren varios fenómenos, el primero, es que el condensador se encarga de la eliminación del calor sensible, enfriándose el refrigerante hasta la temperatura de saturación, para luego, ocurra una remoción adicional de el calor para que el refrigerante condense, removiendo calor latente. Además el tamaño del condensador puede ser tal, que garantice a la salida del mismo una condición de líquido subenfriado.

2.2.7.4 Ventiladores

Un ventilador es una máquina destinada a producir un incremento pequeño de presión, el cual sirve para transportar gases o vapores. Esta máquina funciona absorbiendo energía mecánica en el eje y entregándola al gas, cabe destacar que el incremento de presión en los ventiladores, es tan baja, que el gas a desplazar puede ser considerado un flujo incomprensible. Los ventiladores se clasifican principalmente en:

- Ventilador centrífugo
- Ventilador de hélice
- Ventilador axial

Las unidades condensadoras que se toman en cuenta al realizar este trabajo especial de grado utilizan ventiladores axiales, este tipo de ventilador consiste en una hélice encerrada en una envolvente cilíndrica, estos pueden trabajar en un rango de volúmenes altos, además de trabajar en rangos de presiones que van desde bajas hasta medias.

Las caídas de presión en ductos de ventilación, pueden ser calculadas utilizando la siguiente gráfica. Para ello es necesario conocer la velocidad que se presenta en el ducto y el caudal de aire que maneja el ventilador.

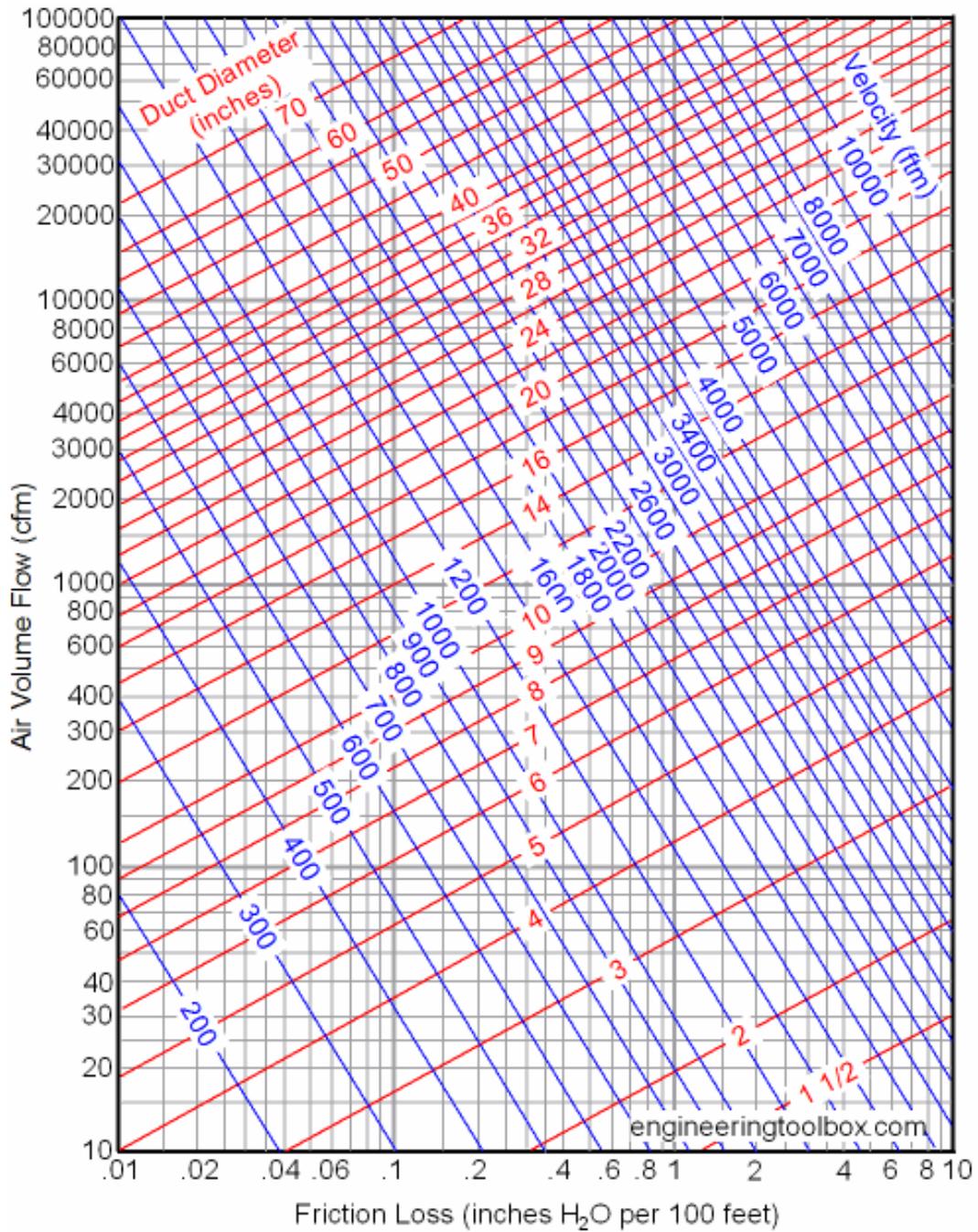


Fig nº 2.5: Caídas de presión por fricción en ductos de ventilación. Fuente: Internet

[2.3]

2.2.7.5 Dispositivo de expansión

Este dispositivo tiene dos funciones principales en un sistema de compresión de vapor:

- Regula el flujo de refrigerante líquido que alimenta al evaporador, según sea la demanda.
- Crear una caída de presión, desde el lado de alta hasta el lado de baja del sistema. Esta caída de presión tiene como resultado la expansión de refrigerante, haciendo que una cierta cantidad del mismo se evapore, de manera que se enfríe hasta la temperatura de evaporación.

Todos los dispositivos de control de flujo, tienen una abertura o pasaje restringido, el cual crea la diferencia de presiones necesaria para llevar a cabo sus funciones de expansión. Todos estos dispositivos de expansión, tienen una abertura o restricción, el cual crea la diferencia de presión necesaria para llevar a cabo su función de expansión. Estos dispositivos pueden construirse de dos formas, que el pasaje restringido pueda regularse, abrirse o cerrarse; o que más bien sea invariable. Ejemplos de estos dispositivos con restricción regulable son: válvula termostática o válvula de expansión manual, mientras que los dispositivos cuya dimensión de la restricción es invariable son el tubo capilar y el orificio. En el desarrollo del trabajo especial de grado se utilizó el orificio de bordes redondeados como dispositivo de expansión; este dispositivo es una abertura en un tubo, por la cual fluye el fluido refrigerante.

2.2.7.6 Refrigerante

De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de

vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se puede definir al refrigerante como el medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Los refrigerantes son los fluidos vitales en cualquier sistema de refrigeración mecánica. Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, va a tener una aplicación útil comercialmente. Existe un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables; sin embargo, sólo unos cuantos son utilizados en la actualidad. Algunos se utilizaron mucho en el pasado, pero se eliminaron al incursionar otros con ciertas ventajas y características que los hacen más apropiados. Recientemente, se decidió discontinuar algunos de esos refrigerantes antes del año 2000, tales como el R-11, R-12, R-113, R-115, etc., debido al deterioro que causan a la capa de ozono en la estratosfera. En su lugar, se van a utilizar otros refrigerantes como el R-123, el R-134a y algunas mezclas ternarias. Los grandes fabricantes de refrigerantes, siguen trabajando en el desarrollo de nuevos productos.

En el diseño de este banco de pruebas de trabajo con el gas refrigerante R22, ya que los equipos que fueron donados al laboratorio están diseñados para trabajar con este tipo de refrigerante. El R22 (Monoclorodifluorometano) es un gas incoloro con un débil olor a cloroformo usado muy frecuentemente en aplicaciones de refrigeración, ya que su punto de fusión es muy bajo. Sus características principales son las siguientes:

Tabla n° 2.1. Características principales del R22. Fuente: Los autores.

Nombre	Monoclorodifluorometano
Otros nombres	R22, Freón 22, Halocarbón R22, HCFC-22

Densidad y fase	1,413 Kg/m ³ @ -41°C. Estado Líquido 4,706 Kg/m ³ @ -41°C. Estado Gaseoso 3,660 Kg/m ³ @ 15°C. Estado Gaseoso
Solubilidad en agua	0,7799 vol/vol @ 25°C
Punto de fusión	-175,42°C
Punto de ebullición	-40,7 °C
Viscosidad	12,56 μPa*s @ 0°C

2.2.7.7 Líneas de refrigerante

En estos sistemas de refrigeración se identifican tres (3) líneas principales de refrigerante, que son la línea de succión, la línea de líquido y la línea de gas caliente. A continuación se mencionan las características principales de cada una de estas líneas.

- Línea de succión: este es el nombre que recibe la tubería que conecta la salida del evaporador con la entrada del compresor, a través de ella fluye refrigerante en forma de vapor.
- Línea de gas caliente: este es el nombre que recibe la tubería que conecta la descarga del compresor y la entrada del condensador, a través de esta línea fluye vapor sobrecalentado y en ella se presentan las temperaturas y presiones más altas de todo el ciclo.
- Línea de líquido: este es el nombre que recibe la tubería que conecta el condensador y la entrada del evaporador, a través de esta tubería fluye refrigerante en estado líquido.

Aparentemente cualquier tipo de tubería que sea capaz de conducir el refrigerante a través del sistema con flujo apropiado, puede resultar adecuado, pero esto dista mucho de ser del todo cierto. Además de conducir el refrigerante, la tubería debe servir para otras funciones. Si no es así el sistema no funciona satisfactoriamente, y el equipo puede dañarse. Entre las funciones que deben llevar a cabo el sistema de tuberías se encuentran las siguientes:

- Proveer el flujo adecuado de refrigerante.
- Evitar una excesiva caída de presión
- Evitar la entrada al compresor de refrigerante líquido, así como de pequeñas porciones de aceite
- Proveer el retorno al carter del aceite lubricante.

En instalaciones de sistemas de refrigeración y acondicionamiento de aire de expansión directa, es común el uso de tuberías de cobre para la interconexión de los equipos que lo conforman, esto se debe a que el uso de este tipo de tuberías presentan una serie de ventajas, que son las siguientes:

- Resistencia a la corrosión: El cobre es un metal muy resistente a un gran número de medios agresivos y no tiende a formar, costras voluminosas de óxido u otros compuestos que pudiesen obstruir los tubos.
- Mínima pérdida de carga: Dado que la rugosidad de la pared interior del tubo de cobre es muy pequeña, inferior a la de muchos tipos de tubos plásticos, ofrece una resistencia muy pequeña al paso del fluido, ofreciendo al mismo tiempo más resistencia al desgaste.
- Seguridad: El tubo de cobre no se quema ni mantiene la combustión de otros elementos, no produciendo ningún tipo de gases tóxicos. Por lo tanto, no colaborará nunca en la propagación de un fuego a través de suelos,

paredes y techos, de tal forma que evitará la pérdida de su servicio en situaciones de emergencia.

- Uniones estables y duraderas: Las uniones de los tubos de cobre soportan condiciones extremas de temperatura: las uniones prensadas hasta 110 °C; las uniones de soldadura blanda hasta 260 °C; las uniones de soldadura fuerte hasta 800 °C. Además, por su diseño, las uniones no causan ni reducción de la sección interna del tubo, al contrario que en muchos tipos de unión de tubos plásticos.
- Fácilmente maleable: Todos los tubos de cobre son fácilmente maleables, pudiendo doblarse para adaptarlos a las condiciones de espacio y forma disponibles en cada punto de la instalación, prescindiendo del uso de un gran número de uniones y codos que necesitarían otros tipos de materiales, ofreciendo un ahorro de tiempo, materiales y facilitando la instalación.
- Buena conductividad térmica: El cobre es un muy buen conductor de calor, siendo muy recomendables para su uso en serpentines de calefacción y/o refrigeración, para serpentines de recuperación de calor, intercambiadores térmicos varios, placas y calefactores solares, etc.

2.2.7.8 Accesorios

A continuación mencionaremos algunos accesorios que comúnmente se instalan en los sistemas de refrigeración y de acondicionamiento de aire y que serán necesarios colocar en el banco de pruebas. Cabe destacar que en este punto no se mencionará la instrumentación a colocar en el banco ya que será detallada más adelante.

- Filtro secador:

Para asegurar un funcionamiento óptimo, el interior del sistema de refrigeración deberá estar limpio y seco. Antes de poner en marcha el sistema, deberá eliminarse la humedad por vacío a una presión absoluta de 0.05 mbar. Durante el funcionamiento, es preciso recoger y eliminar suciedad y humedad. Para ello se utiliza un filtro secador que contiene un núcleo sólido formado por: Támiz molecular, gel de sílice y Alúmina activada con una malla de poliéster

El núcleo sólido es comparable a una esponja, capaz de absorber agua y retenerla. Por otra parte el támara molecular y el gel de sílice retienen el agua, mientras que la alúmina activada retiene el agua y los ácidos. El núcleo sólido junto con la malla de poliéster, actúan como filtro contra la suciedad. El filtro secador se instalará en la línea de líquido, donde su función principal consiste en proteger la válvula de expansión. La velocidad del refrigerante en la línea es baja, y por ello el contacto entre el refrigerante y el núcleo sólido del filtro secador es bueno. A la vez que la pérdida de carga a través del filtro secador es baja. También se instalará un filtro secador en la tubería de aspiración para proteger el compresor contra suciedad y secar el refrigerante. Los filtros de aspiración, también llamados filtros antiácidos, se utilizan para eliminar los ácidos tras producirse un daño en el motor.

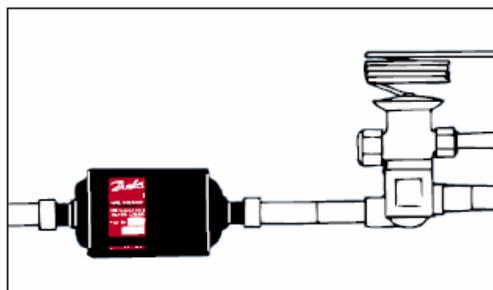


Fig nº 2.6: Filtro secador. Fuente: Internet [2.4]

- Visor de líquido:

Detrás del filtro secador colocado antes del dispositivo de expansión, se instalará un visor de líquido con un indicador de humedad. La indicación del visor significa:

- Verde: No existe humedad “peligrosa” en el refrigerante.
- Amarillo: Contenido de humedad en el refrigerante demasiado elevado, delante de la válvula de expansión.
- Burbujas:
 - 1) La pérdida de carga a través del filtro secador es demasiado elevada.
 - 2) No hay subenfriamiento
 - 3) Falta de refrigerante en todo el sistema

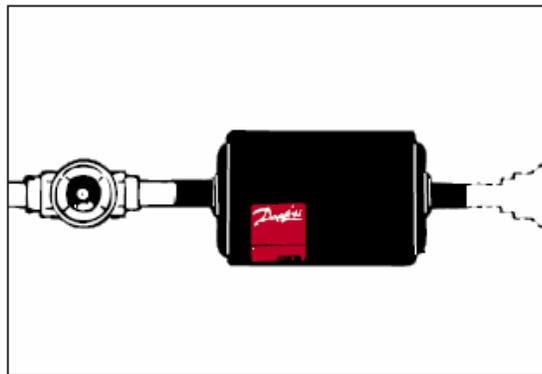


Fig n° 2.7: Visor de líquido. Fuente: Internet [2.5]

- Acumulador de succión:

La función del acumulador de succión, es proteger al compresor de los daños que ocasionan el refrigerante líquido o el aceite en exceso cuando retornan repentinamente. El acumulador de succión, es un recipiente para entrapar temporalmente la mezcla de

refrigerante líquido y aceite. Les permite retornar al compresor en forma segura para que no se dañe. El acumulador de succión cuenta con un orificio dimensionado en la parte inferior del tubo en forma de “U”, que permite el retorno del aceite con un poco de líquido al compresor, sin que le hagan daño.

El compresor para refrigeración está diseñado para comprimir refrigerante en estado gaseoso, no líquido. La compresión de líquido lo dañará, rompiendo sus partes internas. Este daño puede ser desde roturas leves como en las válvulas de succión y descarga, hasta roturas severas como de platos de válvulas, pistones, bielas y cigüeñales, dependiendo de la cantidad de líquido que regrese al compresor.

El regreso de líquido al compresor podría provenir tanto por una condición de falla, por falta de carga térmica o la válvula de expansión sobredimensionada, como por una condición normal de operación como es el caso de los sistemas de baja temperatura con deshielo por gas caliente.

Para realizar la selección del acumulador de succión es necesario considerar los siguientes criterios:

- Debe tener una adecuada capacidad de almacenamiento de refrigerante líquido con relación a la carga de refrigerante del sistema. Dicha carga puede variar con cada tipo de sistema de refrigeración. La capacidad de almacenamiento del acumulador de succión no debe ser menor que el 50% de la carga del sistema.
- Cuidar que no ocasione caídas de presión mayores a una diferencia de temperatura equivalente a $1/2^{\circ}\text{C}$.
- Debe tener la capacidad de retornar líquido y aceite en un rango apropiado bajo un cierto rango de condiciones de carga térmica.
- No necesariamente el acumulador de succión se selecciona por el diámetro de sus conexiones, esto podría ser perjudicial bajo ciertas condiciones. Hay que seleccionarlo por su capacidad.

- Para aplicaciones cuyas temperaturas del líquido en el Acumulador de Succión sean inferiores a -18°C , deberá proporcionarse calentamiento, para un seguro retorno de aceite al compresor.

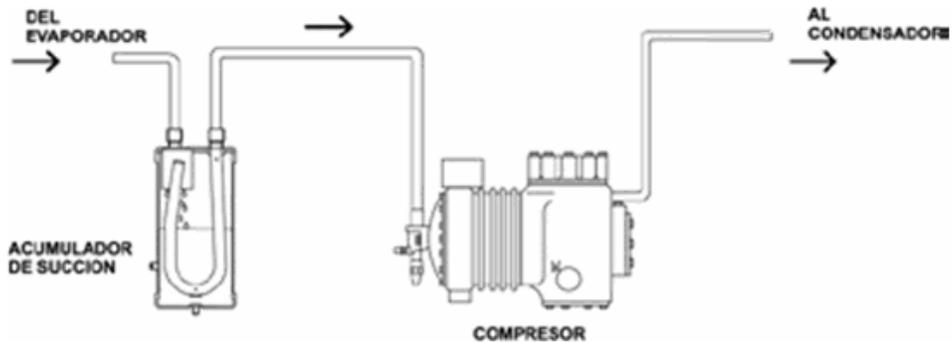


Fig n° 2.8: Acumulador de succión. Fuente: Los Autores

2.2.8 Eficiencia energética

Al seleccionar equipo de refrigeración, con frecuencia se encontrará que más de una unidad satisface la capacidad necesaria. En este caso, es útil saber cuál de ellas dará el "mejor" funcionamiento. La selección más deseable es la unidad que produciría la mayor refrigeración con el menor consumo de potencia. Esto se puede medir con un factor de funcionamiento, llamado Coeficiente de Funcionamiento (COP, Coefficient of Performance, en inglés). Este coeficiente se define como:

$$COP = \frac{\text{Capacidad de refrigeración}}{\text{Consumo equivalente de potencia del compresor}} \quad [2.23]$$

Mientras mayor es el COP de una unidad de refrigeración, menor será la energía necesaria para cumplir el determinado efecto de refrigeración, por lo tanto el COP es un número útil para comparar equipos con objeto de reducir el consumo de energía. Tanto el

numerador como el denominador de esta expresión se deben introducir en las mismas unidades físicas.

Otra medida de la eficiencia es llamada Relación de Eficiencia Energética (EER, Energy Efficiency Ratio), esta medida tiene exactamente los mismos términos que el COP, solo que se expresa en unidades diferentes, la EER se estableció porque es de mas fácil comprensión para el consumidor, ya que es requisito legal que el fabricante identifique la EER de sus productos.

$$EER = \frac{\text{Capacidad de refrigeración} \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]}{\text{Consumo equivalente de potencia del compresor} [\text{W}]} \quad [2.24]$$

2.2.9 Diseño de estructuras

El propósito fundamental del diseñador de estructuras es lograr una estructura económica y segura, que cumpla con ciertos requisitos funcionales y estéticos. Para alcanzar esta meta, el diseñador debe tener un conocimiento completo de las propiedades de los materiales, del comportamiento estructural, de la mecánica y análisis estructural, y de la relación entre la distribución y la función de una estructura; debe tener también, una apreciación clara de los valores estéticos con objeto de trabajar en colaboración con otros especialistas y contribuir así al desarrollo de las cualidades funcionales y ambientales deseadas en una estructura.

El enfoque racional del diseño estructural, cuyo desarrollo tuvo comienzo en el siglo diecisiete, representa un acuerdo entre el arte y la ciencia, entre la experiencia y la teoría. La teoría de las estructuras y la evidencia experimental son herramientas valiosas para el diseño estructural, mas no son suficientes para establecer un procedimiento de diseño completamente científico ya que en primer término, para hacer posible un análisis

teórico, es necesario idealizar considerablemente el comportamiento estructural por medio de suposiciones ingenieriles bien fundamentadas, de modo que las fuerzas internas y los desplazamientos calculados representen solamente aproximaciones de los que realmente se presentan en las estructuras. Asimismo, la resistencia de las estructuras reales a las cargas y a las deformaciones, pueden determinarse sólo aproximadamente. De esta manera, la experiencia y el buen juicio siempre juegan un papel importante en la práctica del diseño estructural, aunque no son suficientes por sí solos, sino que deben ser guiados por el análisis científico, basado en la comprensión completa de la teoría de las estructuras y de la mecánica estructural.

2.2.10 Método de elementos finitos (MEF)

El método de los elementos finitos es un método numérico muy general para la aproximación de soluciones de ecuaciones diferenciales parciales muy utilizado en diversos problemas de ingeniería y física.

El método se basa en dividir el cuerpo, estructura o dominio, en una serie de subdominios no intersectantes entre sí denominados elementos finitos. El conjunto de elementos finitos forma una partición del dominio también denominada discretización. Dentro de cada elemento se distinguen una serie de puntos representativos llamados nodos. Dos nodos son adyacentes si pertenecen al mismo elemento finito; además, un nodo sobre la frontera de un elemento finito puede pertenecer a varios elementos. El conjunto de nodos considerando sus relaciones de adyacencia se llama malla.

Los cálculos se realizan sobre una malla o discretización creada a partir del dominio con programas especiales llamados generadores de mallas, en una etapa previa a los cálculos que se denomina pre-proceso. De acuerdo con estas relaciones de adyacencia o conectividad se relaciona el valor de un conjunto de variables incógnitas definidas en cada nodo y denominadas grados de libertad. El conjunto de relaciones entre el valor de una

determinada variable entre los nodos se puede escribir en forma de sistemas de ecuaciones lineales. La matriz de dicho sistema de ecuaciones se llama matriz de rigidez del sistema. El número de ecuaciones de dicho sistema es proporcional al número de nodos.

Típicamente el método de los elementos finitos se programa computacionalmente para calcular el campo de desplazamientos y, posteriormente, a través de relaciones cinemáticas y constitutivas las deformaciones y tensiones respectivamente, cuando se trata de un problema de mecánica de sólidos deformables o más generalmente un problema de mecánica de medios continuos. El método de los elementos finitos es muy usado debido a su generalidad y a la facilidad de introducir dominios de cálculo complejos (en dos o tres dimensiones). Además el método es fácilmente adaptable a problemas de difusión del calor, de mecánica de fluidos para calcular campos de velocidades y presiones (fluidodinámica CFD) o de campo electromagnético. Dada la imposibilidad práctica de encontrar la solución analítica de estos problemas, con frecuencia en la práctica ingenieril los métodos numéricos y, en particular, los elementos finitos, se convierten en la única alternativa práctica de cálculo.

Una importante propiedad del método es la convergencia; si se consideran particiones de elementos finitos sucesivamente más finas, la solución numérica calculada converge rápidamente hacia la solución exacta del sistema de ecuaciones.

Los conceptos teóricos básicos de las herramientas de cálculo mediante el MEF, representan problemas físicos que pueden ser expresados mediante alguna de las siguientes ecuaciones:

En general el MEF puede resumirse dentro de los siguientes pasos:

1°.- A partir de la realidad física de la estructura, sus apoyos y tipos de carga que actúen sobre ella, es necesario primeramente seleccionar un modelo matemático apropiado

para describir el comportamiento de la estructura. También hay que definir con detalle las propiedades mecánicas de los materiales y el carácter de la deformación de la misma (pequeños o grandes desplazamientos, análisis estático o dinámico, etc.) Asimismo, para el planteamiento de las ecuaciones de equilibrio, se hará uso de las diferentes teorías establecidas.

2°.- Una vez seleccionado el modelo matemático se procede a discretizar la estructura en porciones no intersectantes entre sí denominadas “elementos finitos”, dentro de los cuales se interpolan las variables principales en función de sus valores en una serie de puntos discretos del elemento denominados “nodos”. Los elementos se conectan entre sí por nodos situados en sus contornos. Esta etapa de discretización constituye una parte esencial de la fase de preproceso que incluye la representación gráfica de la malla de elementos finitos.

3°.- A partir de las teorías para el planteamiento de las ecuaciones de equilibrio se obtendrán las matrices de rigidez y el vector de cargas para cada elemento.

4°.- Se procede a ensamblar las matrices de rigidez y el vector de carga elemental en la matriz de rigidez global de toda la malla de elementos finitos y el vector de cargas sobre los nodos, respectivamente.

5°.- El sistema de ecuaciones resultante se resuelve para calcular las variables incógnitas (desplazamientos de todos los nodos de la malla), utilizando uno, cualquiera, de los métodos conocidos para la solución de ecuaciones algebraicas simultáneas lineales.

6°.- Una vez calculados los movimientos nodales se pueden calcular las deformaciones y, seguidamente, las tensiones en cada elemento, así como las reacciones en los nodos con movimientos prescritos.

7°.- Obtenidos los resultados, la etapa siguiente es la interpretación y presentación de los mismos. Para ello suelen usarse las presentaciones gráficas de la misma herramienta informática en uso.

Etapas de Aplicación:

La estructura básica de los programas de aplicación del elemento finito al cálculo directo de estructuras, consta de tres módulos principales:

- Pre-proceso: etapa en la cual se define el problema a resolver mediante las siguientes etapas:

- Selección del Tipo de elemento finito: dentro de las librerías de los software se encuentra una gran variedad de tipos de elementos uni-, bi- y tridimensionales, con los cuales simulamos barras, vigas, cáscaras, placas, y elementos sólidos, etc.

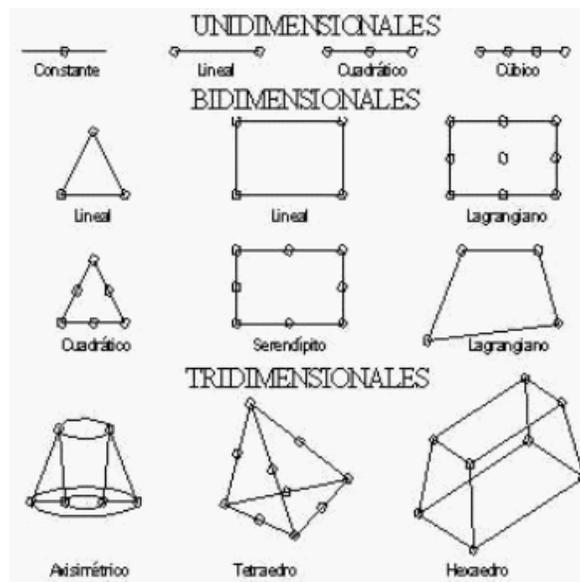


Fig n° 2.9: Tipos de elemento finito. Fuente: Internet [2.6]

- Selección de las características geométricas y mecánicas del material: en esta etapa son asignados alturas, momentos de inercia, espesores, áreas transversales, módulos de elasticidad, coeficiente de poisson, etc, para cada tipo de elemento que del modelo.

- Creación de la geometría del modelo: debe representar lo más fielmente al modelo físico en estudio, obligando a la herramienta informática en uso a presentar facilidad de generación de geometrías complejas tales como partes curvas del casco, en general todo parte de la base de generar una serie de puntos (nodos) que componen el modelo, definido en un sistema de coordenadas ya establecido, para posteriormente generar superficies y luego sólidos, dependiendo del modelo, ya que en algunos casos basta solo con superficies.

- Solución: Durante la fase de solución se asigna el tipo de análisis aplicado a la estructura, las condiciones de contorno del modelo, las cargas aplicadas, y por último se procede a resolver los sistemas de ecuaciones resultantes de la etapa anterior.

En el caso de las condiciones de contorno, éstas son restricciones de desplazamientos y rotaciones que se aplican a la matriz de rigidez completa resultante, la cual relaciona las cargas aplicadas al sólido elástico con los desplazamientos.

- Post-proceso: La etapa de post-proceso e interpretación de los resultados numéricos obtenidos en la etapa de solución es de gran importancia, ya que no necesariamente los resultados obtenidos son correctos. Dentro de la función del ingeniero, la acertada interpretación de la enorme cantidad de información que entregan las herramientas informáticas será preponderante a la hora de diferenciar un buen diseño de otro realizado deficientemente.

La aplicación correcta del MEF requiere de:

- Desarrollar una estrategia global para la creación del modelo,
- Tener un conocimiento a priori de la estructura a analizar,
- Comparar el comportamiento de la estructura idealizada con el comportamiento esperado de la estructura real.

2.2.10.1 Tipos de mallas:

Existen diversas formas en las que se puede mallar una estructura, variando la en la complejidad y exactitud de resultado que arroje. Existen desde mallas uniformes, en las cuales las geometrías de los elementos finitos son iguales, hasta mallas de tipo adaptativo.

Estas últimas varían su forma y complejidad según la estructura que se presente, ocurriendo variaciones del elemento finito para garantizar un mejor estudio.

El cociente de aspecto del elemento es muy crítico para la solución exacta. La transición del elemento no debe ser de muy pequeño a muy grande. Debe haber transición lisa de los elementos para asegurar la solución exacta y convergida. Un cambio repentino de tamaño del elemento puede dar lugar a un cálculo artificial.

Dentro de los tipos de mallado adaptativo podemos encontrar las siguientes variaciones:

- Método-H:

En el Método-H la mejora de la solución se consigue subdividiendo la malla en elementos más pequeños del mismo tipo. Este método se conoce como esquema de enriquecimiento en *versión-H* porque la malla se mejora reduciendo el tamaño del elemento (a menudo medido en términos de longitud h de la cara).

Al analizar los resultados de este método se puede concluir lo siguiente:

- El Método-H resuelve el problema en pocos segundos, y en cada iteración subdivide en nuevos triángulos aquellos elementos cuyo error supere el 1% fijado por el usuario
- Las ventajas del Método-H frente al método tradicional de densidad uniforme de malla son evidentes: con menor número de nodos y elementos se consigue mayor precisión de resultados, gran rapidez de análisis y casi nulo esfuerzo de mallado por parte del usuario.

- Método-P (de orden fijo):

En el Método-P se fija un orden polinomial para todos los elementos y se calculan desplazamientos y tensiones sin iteraciones. No se crean ni añaden nuevos nodos ni elementos. Este método es un caso especial del METODO-P ADAPTATIVO descrito a continuación.

- Método-P Adaptativo

El Método-P Adaptativo es el método más interesante desde el punto de vista práctico, ya que no requiere la creación de elementos adicionales sino que de forma selectiva incrementa el orden polinomial en las caras de los elementos en base al error en los resultados de desplazamientos o tensiones Von Mises. El orden se incrementa de forma local hasta conseguir la convergencia, o alcanzar el máximo número de iteraciones, o superar el orden polinomial fijado por el usuario (máximo 10).

En el Método-P el tamaño del modelo de partida y final es exactamente el mismo, lo único que varía es el orden polinomial de las caras de los elementos. Al ejecutar el análisis estático se obtienen los siguientes resultados:

- El Método-P resuelve el problema en menos tiempo y en cada iteración incrementa el orden polinomial selectivamente en aquellas caras de elementos cuyo error supere el 1% fijado por el usuario.
- Las ventajas del método-P frente al método de malla de transición son evidentes: mayor precisión de resultados, mayor rapidez de análisis y nulo esfuerzo de mallado por parte del usuario. Frente al método-H tiene la ventaja que la malla inicial no se modifica en absoluto, por lo que el método es ajeno a problemas de mallado, es mucho más rápido en grandes problemas.

- El método-P es más sensible y permite obtener mayor precisión que el método-H.
- En resumen, en algunos problemas el grado de convergencia del método-P es generalmente superior al método-H; además es más rápido, especialmente en grandes problemas, más robusto por conseguir la mejora de la solución internamente al elemento, la precisión de resultados no es función del tamaño del elemento sino del orden del mismo.

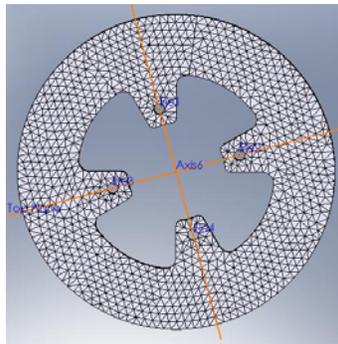


Fig n° 2.10: Mallado de elementos finitos. Fuente: Los Autores

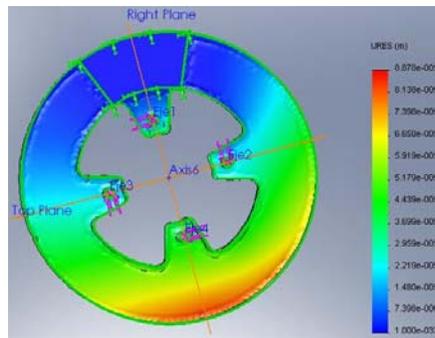


Fig n° 2.11: Deformaciones resultantes. Fuente Los Autores.

2.2.11 Teorías de falla

Se conocen como teorías de fallo/a o criterios de fallo/a a los criterios usados para determinar los esfuerzos permisibles en estructuras o componentes de máquinas. Se utilizan diversas formulaciones, dependiendo del tipo de material que se utiliza. Existen teorías para materiales dúctiles y frágiles, en este caso, el material utilizado para la fabricación de la estructura es acero ASTM A-36, que bien es conocido que es considerado un material dúctil.

2.2.11.1 Teoría de la tensión tangencial máxima (Criterio de Tresca)

Esta teoría fue propuesta por Henri Tresca, bajo este criterio una pieza resistente o elemento estructural falla cuando en alguno de sus puntos sucede que:

$$\lambda_{m\acute{a}x} \geq \frac{\sigma_y}{2} = \lambda_{m\acute{a}x} = \left(\frac{\sigma_I + \sigma_{III}}{2} \right) \quad [2.25]$$

Donde:

2.2.4 σ_y = Tensión de límite elástico del material de la pieza

2.2.5 $\lambda_{m\acute{a}x}$ = Tensión cortante máxima del punto considerado.

2.2.6 σ_I, σ_{III} = Mayor y menor tensión principal en el punto considerado

2.2.11.2 Teoría de la máxima energía de distorsión (Criterio de Von Mises)

Este criterio puede considerarse un refinamiento del criterio de Tresca, fue propuesto por Richard Von Mises y H. Hencky, de acuerdo con este criterio una pieza

resistente o elemento estructural falla cuando en alguno de sus puntos la energía de distorsión por unidad de volumen rebasa un cierto umbral.

$$e_{dist} \geq \frac{\sigma_y}{2E} \quad [2.26]$$

En términos de tensiones este criterio puede escribirse sencillamente en términos de la llamada tensión de Von Mises como:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\frac{(\sigma_I - \sigma_{II})^2 + (\sigma_{II} - \sigma_{III})^2 + (\sigma_{III} - \sigma_I)^2}{2}} \geq \sigma_y \quad [2.27]$$

Donde:

σ_{VM} = Esfuerzo de Von Mises

σ_y = Tensión de límite elástico del material de la pieza

e_{dist} = Energía de distorsión

E = Módulo de elasticidad del material

$\sigma_I, \sigma_{III}, \sigma_{II}$ = Tensiones principales de en el punto considerado

Los esfuerzos de Von Mises generados en el banco son calculados por el programa “Cosmosworks”, por medio de las ecuaciones antes expuestas y posteriormente son comparados con el esfuerzo de fluencia del material para verificar la ausencia o la presencia de la falla.

2.2.12 Sistema de adquisición de datos

La adquisición de datos implica recolectar señales de fuentes de medida, su digitalización para el almacenaje, análisis y la posterior presentación en un computador personal. En este punto se pretende hacer una introducción a los sistemas que permiten la adquisición de datos y sus características.

Los sistemas de la adquisición de datos (SAD) se presentan en diversas tecnologías basadas en el uso de una PC, permitiendo así una gran flexibilidad. Los científicos e ingenieros pueden elegir entre distintos puertos y dispositivos de comunicación con las computadoras para la adquisición de datos, medida, y control. Encontramos cinco componentes que deben considerarse al configurar un sistema básico de adquisición de datos:

- Transductores y sensores
- Señales
- Acondicionadores de señales
- Digitalizadores
- Drivers y software de aplicación

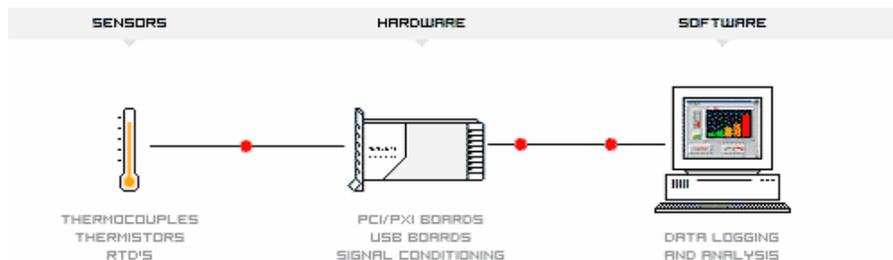


Fig nº 2.12: Esquema general del sistema de adquisición de datos de temperatura. Fuente: Internet [2.7].

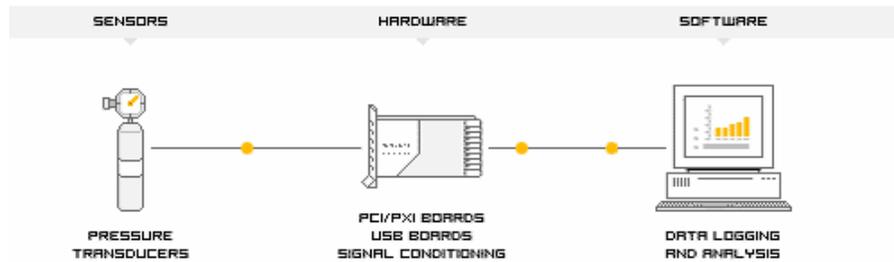


Fig nº 2.13 Esquema general del sistema de adquisición de datos de presiones. Fuente: Internet [2.8]

2.2.12.1 Transductores

La adquisición de datos comienza con el fenómeno físico a medir. Este fenómeno físico puede ser la temperatura de un cuarto, la intensidad de una fuente de luz, la presión dentro de un compartimiento, la fuerza aplicada a un objeto, etc. Un SAD eficaz puede medir todos estos fenómenos. Un transductor, también denominado sensor, es un dispositivo que convierte un fenómeno físico en una señal eléctrica relacionada de alguna manera con la variable a determinar, esta señal es concebida en forma de voltaje o corriente. La capacidad de un SAD de medir diversos fenómenos depende directamente de la eficiencia de los transductores para convertir los fenómenos físicos en las señales mensurables por el hardware. Hay transductores específicos para cada aplicación, tales como temperatura, presión, o flujo de algún tipo.

Cada transductor tiene requisitos diferentes para convertir los fenómenos en una señal que pueda ser medida. Algunos transductores pueden requerir excitación en forma del voltaje o de corriente, otros transductores pueden requerir componentes adicionales e incluso redes resistivas para generar una señal.

2.2.12.2 Señales

El transductor apropiado convierte los fenómenos físicos en señales mensurables, sin embargo, cada tipo de señal necesita ser medida en una forma específica. Por esta razón, es importante entender los diferentes tipos de señales y sus atributos correspondientes. Las señales pueden ser clasificadas en dos grupos:

- Analógicas:

Una señal analógica puede tener cualquier valor con respecto al tiempo. Algunos ejemplos de señales analógicas incluyen el voltaje, la temperatura, la presión, el sonido, y la carga. Las tres características primarias de una señal analógica son: el nivel, la forma y la frecuencia.

El nivel nos otorga información esencial acerca de la misma. La intensidad de una fuente de luz, la temperatura en un cuarto, y en la presión dentro de una cámara son todos ejemplos que demuestran su importancia.

La forma de una señal analógica puede ser tan importante como el nivel, ya que determinándola, se puede efectuar un análisis mucho mas profundo obteniendo incluso valores de pico y las cuestas. Las señales donde la forma es de interés particular, generalmente cambian rápidamente con respecto a tiempo, pero la certeza de sistema sigue siendo importante. El análisis de latidos del corazón, las señales de video, los sonidos, las vibraciones, y las respuestas de circuito son algunas aplicaciones que implican las medidas de la forma.

Toda señal analógica puede ser clasificada por su frecuencia. A diferencia del nivel o la forma de la señal, la frecuencia no puede ser medida directamente. La señal debe ser

analizada por un software para determinar la información de la frecuencia. Este análisis es hecho generalmente utilizando un algoritmo conocido como La Transformada de Fourier. Cuando la frecuencia es una de las características más relevantes, es importante incluir tanto certeza como velocidad de adquisición en el sistema. Aunque la velocidad de la adquisición para determinar la frecuencia de una señal sea menos que la velocidad requerida para obtener su forma, esta debe ser todavía lo bastante rápida para que la información pertinente no sea perdida mientras ocurre el proceso. La condición que estipula esta velocidad es conocida como el Teorema de Muestreo de Nyquist

- Digitales

Una señal digital no puede tomar diversos valores con respecto al tiempo, en vez de eso tiene dos niveles posibles: alto y bajo. Las señales digitales son referidas comúnmente como Lógica de Transistor a Transistor (TTL). Las especificaciones TTL clasifican una señal como baja cuando el nivel cae dentro de 0 a 0,8 V, y la señal es alta entre 2 a 5 V. La información que puede ser medida de una señal digital incluye el estado y la tasa.

El estado de una señal digital es esencialmente el nivel de la misma, encendido o apagado, alto o bajo. Controlar el estado de un interruptor, abierto o cerrado, es una aplicación común que muestra la importancia del conocimiento del estado de una señal digital.

La tasa de una señal digital define cómo la señal cambia de estado respecto al tiempo. Un ejemplo de este tipo de mediciones es determinar qué tan rápido gira un eje motriz. A diferencia de la frecuencia, la tasa de una señal digital mide con qué frecuencia una porción de la señal ocurre. Un algoritmo desarrollado en un software no es requerido para determinar la tasa de una señal.

2.2.12.3 Acondicionamiento de señales

A veces los transductores generan señales demasiado difíciles o peligrosas para medir directamente con un dispositivo de adquisición de datos, por ejemplo, cuando se trata con altos voltajes, ambientes sumamente ruidosos, señales muy altas o muy bajas, o con señales simultáneas, el acondicionamiento de señales es esencial para un SAD efectivo. El acondicionamiento de señales lleva al máximo la certeza de un sistema, permite a los sensores operar apropiadamente, y garantizan la seguridad del sistema.

El acondicionamiento de señales se presenta en ambas formas, modular e integrada. Los accesorios de acondicionamiento pueden ser utilizados en una variedad de aplicaciones incluyendo:

- Amplificación
- Atenuación
- Aislamiento
- Terminaciones de Puentes
- Muestreo Simultáneo
- Excitación de Sensores

Otros criterios importantes a considerar a la hora de acondicionar la señal incluyen la presentación, que puede ser modular o integrada, el desempeño, cantidad de entradas y salidas y el costo.

2.2.12.4 Hardware para sistemas de adquisición de datos

El hardware actúa como la interfaz entre la computadora y el ambiente exterior. Funciona como un dispositivo que digitaliza señales analógicas entrantes de modo que la

computadora pueda interpretarlas. Como complemento de su función principal estos dispositivos pueden manejar

- Entradas/Salidas Analógicas
- Entradas/Salidas Digitales
- Contadores/Temporizadores

2.2.12.5 Software para sistemas de adquisición de datos

El software transforma el computador personal y el hardware SAD en una herramienta completa adquisición de datos, análisis e instrumento de presentación. Sin el software para controlar el hardware, el mismo no trabajaría correctamente. El software que se utilice debe estar a un nivel que permita una fácil comunicación con el hardware, además debe hacer más sencilla la tarea de un programador permitiendo que la programación sea de alto nivel y que los comandos no sean complicados con el fin de acceder a las funciones del hardware.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

La investigación es una actividad encaminada a la solución de problemas. Su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos (Cervo y Bervian, 1989). También podemos definir investigación como un proceso metódico y sistemático dirigido a la solución de problemas o preguntas, mediante la producción de nuevos conocimientos, los cuales constituyen la solución o respuesta a tales interrogantes (Arias, 2006).

3.1 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

Los niveles de diseño de investigación se refieren al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio, a su vez según el nivel de investigación se clasifican en:

- Investigación exploratoria
- Investigación descriptiva
- Investigación explicativa

En este trabajo el nivel de la investigación es del tipo descriptiva, ya que el mismo consiste en la caracterización de un hecho, con el fin de establecer su estructura o comportamiento.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo, proyecto factible y experimental.

En este caso la investigación resulta ser una combinación de investigación de tipo documental y proyecto factible. La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas audiovisuales o electrónicas. Mientras que el proyecto factible, consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, y satisfacer requerimientos o necesidades humanas.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para cualquier investigación es imprescindible la utilización de técnicas, procedimientos e instrumentos que permitan la recolección de datos para así definir los requerimientos del proyecto, y llevar la investigación de una manera concisa y ordenada. Las técnicas e instrumentos de recolección de datos para la presente investigación estuvieron enmarcados con métodos específicos dirigidos hacia el objeto en estudio.

Con el fin de ahorrar gastos en costos y tiempo en la investigación, las técnicas que se emplearon para la obtención de los datos fueron:

- La observación detallada: esta técnica facilitó la obtención de una descripción explícita de la realidad por medio de la percepción visual, recolectando la mayor información acerca de los equipos a ser estudiados y diseñados.
- Las entrevistas a expertos: por medio de éstas, fue posible recopilar la información deseada manteniendo una conversación dirigida con un propósito específico, así como también conocer las expectativas de cada uno de los entrevistados, ingenieros y técnicos para la optimización del diseño.
- Investigación bibliográfica: esta se realizó con el fin de obtener diversos datos para el cálculo de diversas variables necesarias para el diseño.

3.4 METODOLOGÍA DE DISEÑO

Según Tablante (1988), la metodología del diseño estudia y permite sistematizar las técnicas necesarias para llevar a cabo el proceso de diseño. Diseño es el procedimiento mediante el cual se transforman recursos en productos o sistemas con el fin de satisfacer una o varias necesidades. El proceso de diseño consta de varias etapas las cuales son mencionadas y desarrolladas a continuación:

3.4.1 Programa de instrucciones o método de solución de problemas

Esta etapa consiste en realizar la identificación del problema, la descripción del área de interés y las situaciones involucradas. En el desarrollo del primer capítulo de este trabajo, se define con suficiente claridad el programa de instrucciones, por lo tanto no se mencionará nuevamente para evitar redundancias.

3.4.2 Análisis de la necesidad

En esta fase se estudia el problema a fondo en el cual es necesario definir los estados de entrada (conocido como situación actual caótica) y de salida así como las especificaciones o requisitos de uso. Las partes del análisis de la necesidad involucran investigaciones bibliográficas, de usuarios y tecnológicas. Con las técnicas e instrumentos de recolección de datos, descritas previamente, se cumple con el análisis de la necesidad.

3.4.3 Requisitos de uso ó especificaciones del diseño

Estas se refieren a las condiciones especificadas, que debe poseer el diseño, para que cumpla con los requerimientos, esencialmente en un límite dentro de lo posible, necesario y deseable, y que además asegure su progreso hasta la culminación de los objetivos definidos.

3.4.4 Generación de soluciones

En esta etapa se crearon conceptos solución empleando dinámicas mentales, mecanismos para generar ideas y métodos para generar ideas en grupo logrando diseños preliminares.

3.4.4.1 Métodos para generar ideas en grupo

El método más común y el que se utilizó durante la elaboración de este trabajo especial es la “tormenta de ideas”. La tormenta de ideas presenta diferentes variantes dependiendo del área en el que será aplicada, al realizarse este trabajo especial, consideramos el siguiente procedimiento:

Se realizaron sesiones de grupo para generar el mayor número de soluciones en un tiempo relativamente corto, en este tipo de reuniones normalmente participaron de 6 a 8 personas. El coordinador se encargó de informar a los participantes sobre la metodología, propósito o asunto sobre el cual se basaría la tormenta. La tarea de los participantes fue expresar libremente sus ideas sin limitación, burlas, críticas. (Lerma, 2005).

3.4.5 Evaluación

Es el proceso que determina una o varias soluciones provenientes de la tormenta de ideas considerando los requisitos de uso. De esta manera se descartan las ideas y diseños que no se adapten a las especificaciones previamente establecidas.

3.4.6 Selección

Tiene como objetivo concretar el diseño final, por ende se establecen criterios de selección, se jerarquizan y poseen una ponderación de 0 a 5 puntos; además a los diseños se

les asignó un valor que muestra el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos, entre 0 y 10 puntos, donde 0 indica que no cumple el requisito y 10 que lo cumple. Una vez asignados las ponderaciones y valores correspondientes se suman para obtener una puntuación total, de allí se selecciona el diseño.

3.4.7 Diseño final

En el diseño final se expone la estructura, geometría y etapas que caracteriza el prototipo. Se presenta el orden de funcionamiento, número de secciones y disposición de partes, todo de forma general, sin ningún cálculo.

3.4.8 Desarrollo final del proyecto

En esta etapa se diseñó y calculó las partes y funciones de la propuesta seleccionada finalmente, si dentro del diseño de un elemento existen varias opciones posibles, se expondrán ventajas y desventajas para evidenciar y demostrar la mejor opción a elegir.

3.4.9 Descripción del diseño

Incluye planos del diseño, listado de cálculos métricos para su construcción y opción de compra.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES Y ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

4.1 ANÁLISIS DE TECNOLOGÍAS EXISTENTES

Se llevó a cabo una revisión bibliográfica para encontrar los avances tecnológicos logrados en el campo del ahorro energético en sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración.

A. Banco de pruebas modelo ET-426. “Regulación de Potencia en Plantas Frigoríficas” (G.U.N.T.)

La planta ET 426 muestra diferentes modos de regulación de la potencia a mano de un circuito refrigerador con 2 evaporadores. La potencia refrigerante de la planta puede afectarse mediante el régimen de revoluciones del compresor. Se trata de un compresor abierto con impulsión a correas cuyo motor impulsor se regula mediante un convertidor de frecuencia. La potencia del evaporador que genera el "frío" se controla mediante la temperatura. Cada uno de los evaporadores se encuentra en cámaras aisladas. En una cámara se regula la temperatura mediante regulador barométrico de la evaporación y termostato (regulación mecánica); en la otra, mediante un regulador del punto de refrigeración (regulación electrónica). En ambas cámaras puede generarse una carga térmica mediante una calefacción eléctrica. Manómetros del fluido refrigerante indican las presiones en el sistema, las temperaturas relevantes pueden activarse en el indicador digital del regulador del punto de refrigeración.

El contenido didáctico de este banco de pruebas, es determinar como influyen las revoluciones del compresor sobre la potencia de entrada del mismo, además de observar los diferentes modos de regulación de la misma, tanto mecánica como electrónicamente.



Fig 4.1. Regulación de Potencia en Plantas Frigoríficas” ET-426. Fuente: Internet [4.1]

B. Banco de pruebas modelo ET-428. “Planta Combinada” (G.U.N.T.)

En plantas frigoríficas de alta potencia es usual que se empleen varios compresores combinados en un conjunto. Este conjunto se controla y manda mediante un regulador de forma que los diferentes compresores puedan conmutarse en función a la potencia requerida. Al mismo tiempo se garantiza automáticamente una ocupación homogénea de los compresores. Mediante el regulador combinado puede también realizarse una comparación energética del servicio individual y combinado ya que en el regulador puede activarse el consumo de potencia del compresor que se encuentra en servicio. El evaporador de la planta puede someterse a una carga de refrigeración mediante un circuito cerrado de refrigeración por agua salobre con calefactor. El registro de todos los parámetros del proceso más importantes con sensores electrónicos permite el registro de los datos de medición asistido por PC. Todos los datos registrados pueden activarse simultáneamente en el armario de distribución de la planta.

El contenido didáctico de este banco de pruebas, es demostrar el modo de operación de compresores combinados, así como también la comparación energética del servicio individual de un compresor con el servicio combinado.



Fig 4.2. “Planta Combinada” ET-428. Fuente: Internet [4.2]

C. Compresores de tipo Inverter

El control de la velocidad variable en compresores es uno de los mejores métodos para regular la capacidad de los equipos de acondicionamiento de aire. En los sistemas que incluyen este tipo de compresores el elemento fundamental es un dispositivo electrónico de control situado en la unidad exterior y llamado Inverter, el cual permite modificar la frecuencia de la corriente y, de este modo, la velocidad del compresor. Al instalar este tipo de dispositivo el compresor modula la capacidad para ajustarse a la demanda. Este tipo de compresores pueden ser utilizados tanto en sistemas de agua helada como en sistemas compactos y de expansión directa. El uso de este tipo de compresores presenta una serie de ventajas frente a los compresores convencionales y son las siguientes:

Tabla n° 4.1. Tabla comparativa entre compresores del tipo Inverter y compresores convencionales. Fuente: Los Autores

Sistemas de tipo Inverter	Sistemas Convencionales
<p>El compresor de tipo Inverter, aumentará y disminuirá su velocidad para mantener el espacio acondicionado a una temperatura adecuada.</p>	<p>Un compresor convencional se encenderá y se apagará para mantener la temperatura del espacio acondicionado. El consumo eléctrico mas alto de un compresor es el momento de encendido, por ello esta situación se traduce en un mayor consumo eléctrico.</p>
<p>La cantidad de energía consumida por estos compresores, es directamente proporcional a la cantidad de enfriamiento necesaria.</p>	<p>La cantidad de energía consumida por estos compresores será la máxima posible para producir la máxima cantidad de enfriamiento todo el tiempo.</p>
<p>Un compresor Inverter, favorecerá al sistema alcanzando la temperatura predefinida (Set point) operando a unas altas RPM por un período de tiempo más corto, luego su velocidad disminuirá para mantener la temperatura.</p>	<p>Un compresor convencional, funcionará a las mismas RPM para un largo período de tiempo y luego se apagará para mantener la temperatura.</p>
<p>La variación en la temperatura del espacio acondicionado es mínima, ya que mientras al momento de variar la temperatura, inmediatamente variará la velocidad del compresor, compensando la disminución de temperatura.</p>	<p>Este tipo de compresor arrancará operando a su máxima capacidad para compensar un pequeño cambio de temperatura.</p>

Todos los beneficios de utilizar un compresor de tipo Inverter, se reducen al único factor de que solo consumes tanta energía como es necesario en un tiempo determinado.

D. Sistemas de caudal variable de refrigerante

Los sistemas de caudal variable de refrigerante son sistemas de acondicionamiento de aire que se han utilizado por varios años. En la actualidad los fabricantes principales de este tipo de tecnologías son los japoneses, ya que estos han incorporado sus avances en los temas de electrónica y control a este tipo de sistemas de acondicionamiento de aire. La instalación de este tipo de sistemas cumplen con alta nota lo que hoy en día se demanda en un sistema de acondicionamiento de aire, es decir, facilidad de diseño, flexibilidad, eficiencia energética, fiabilidad, facilidad de instalación, mantenimiento reducido, silencioso, fácil de usar y ecológico.

Los Sistemas de Caudal Variable de Refrigerante son conocidos en el mercado con las iniciales en inglés VRF (Variable Refrigerant Flow), VRV (Variable Refrigerant Volume) o en español CVR. El parámetro o variable que se modifica en estos sistemas de climatización es el caudal que se regula gracias a la tecnología Inverter de los compresores y a las válvulas de expansión electrónicas, incorporadas en unidades interiores y exteriores, con el fin de ajustar la capacidad a la demanda. La idea no es otra que entregar a cada unidad interior el refrigerante que demanda el espacio que este acondiciona. De esta manera se consigue que el consumo de los mismos no sea la total del sistema sino que sea función de la potencia que se entrega.

Los Sistemas de Caudal Variable de Refrigerante son ideales para *aplicaciones* de carga variable, ya que su diseño se basa en la tecnología Inverter. El régimen del compresor Inverter se adapta a la variabilidad de la carga térmica del edificio. Estos sistemas presentan múltiples aplicaciones tales como oficinas, hoteles, comercios, residencias, viviendas

unifamiliares, bloques de apartamentos, etc., y son muy empleados en reformas de edificios. Son principalmente aplicaciones comerciales y residenciales.

Los Sistemas de Caudal Variable de Refrigerante o VRF son sistemas que permiten conectar varias unidades interiores a una sola unidad exterior o conjunto de unidades exteriores por medio de un circuito principal de 2 tubos de cobre. El sistema VRF controla individualmente cada unidad interior reduciendo al mínimo los costes de funcionamiento gracias al compresor Inverter y al sistema electrónico de control.

E. Sistema MPS Variable desarrollado por LG

El Multi MPS tropical de LG es un sistema dividido que utiliza un circuito de refrigeración con dos o más compresores, múltiples evaporadores diseñados para una operación individual con una sola unidad condensadora. El sistema puede variar sus etapas de capacidad encendiendo y apagando la combinación de los dos compresores. El Multi MPS de LG es un sistema lógico y de avance tecnológico desarrollado para regiones tropicales siendo el ahorro de energético su objetivo principal.

Cabe destacar que este sistema es un sistema que opera como un sistema de caudal variable de refrigerante, es decir, cumple el mismo principio de funcionamiento. La diferencia principal es que este tipo de sistema, no utiliza compresores del tipo Inverter, sino que más bien, divide la capacidad del sistema en dos o más compresores de velocidad constante. Este tipo de sistema puede generar grandes ahorros de energía ya que optimiza el consumo de la misma. En caso de que la carga de enfriamiento sea baja, un compresor estará trabajando y el otro descansará; mientras que cuando la carga incrementa, ambos compresores trabajaran juntos para lograr la carga deseada.

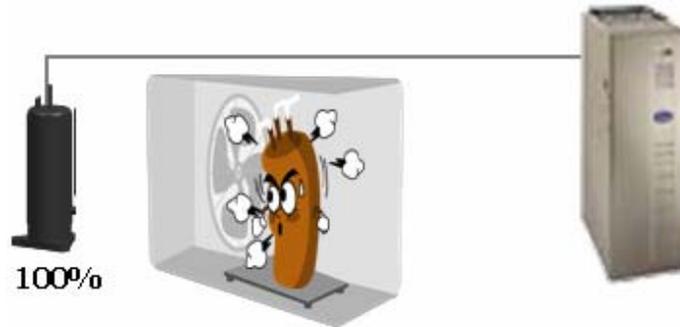


Fig 4.3. Funcionamiento de un equipo convencional. Fuente: Los Autores.

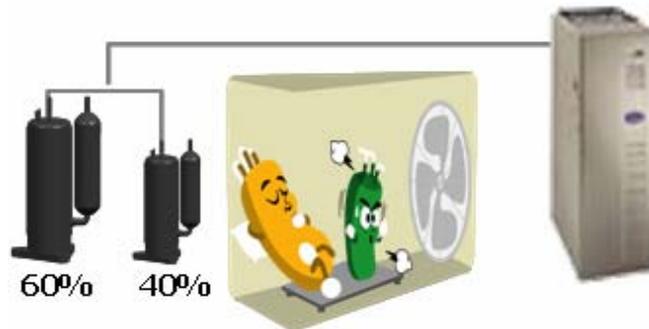


Fig 4.4. Funcionamiento de un equipo MPS Variable operando a baja carga. Fuente: Los Autores.

F. PermaFrost

El Permafrost es un fluido desarrollado por un grupo de norteamericanos, el cual reduce los costos en consumo eléctrico de los equipos de acondicionamiento de aire aumentando el rendimiento de los equipos sin modificarlos físicamente. En las líneas de refrigerante se forma una película de aceite que se adhiere a las paredes del tubo, esta película restringe el flujo de refrigerante en la tubería y por ende disminuye la tasa de transferencia de calor en los serpentines.

Al inyectar el Permafrost en la línea de refrigerante, éste desplaza dicha película de aceite de las paredes de la tubería reemplazándola por una capa altamente cargada de moléculas termo-conductoras, lo que se traduce en:

- Un aumento del flujo de refrigerante ya que se forma una circulación de flujo de tipo laminar en las tuberías.
- Un aumento en la transferencia de calor en los serpentines, ya que el permafrost actúa como unas especies de aletas que atraen el calor del refrigerante y lo conducen a través del metal en una tasa acelerada.

Estos efectos traen como consecuencia un incremento en la capacidad del sistema y una reducción en el consumo de energía.

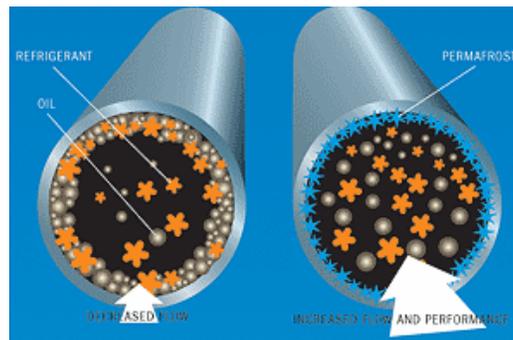


Fig 4.5. Comparación del efecto del Permafrost en líneas de refrigerante. Fuente: Internet

[4.3]

4.2 REQUISITOS DE DISEÑO:

En el proceso que se llevo a cabo para diseñar el banco de pruebas, se tomaron en cuenta una cantidad de limitaciones y requerimientos, los cuales definen las características del mismo y son las siguientes:

- Equipos disponibles: este punto se refiere a que los equipos que conformarán el banco de pruebas se encuentren disponibles en un aporte por LOCTI realizado por “Oficina técnica RAN”, o que bien, su adquisición no sea una limitación, es decir, que se encuentren disponibles en el mercado nacional.
- Costos: se tomó en cuenta como un punto de suma importancia en el diseño del banco de pruebas el costo total del mismo y tratar de reducir al mínimo el mismo.
- Dimensiones: este banco de pruebas se diseñó tomando que cuenta que el mismo debe ser ubicado en el Laboratorio de Termodinámica de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la U.C.V. Por lo tanto debimos tomar en cuenta los espacios disponibles en el laboratorio, para no excedernos en las dimensiones. Además que se consideró la posibilidad de traslado sin necesidad de desarmar el banco de pruebas.
- Funcionalidad: la finalidad del banco de pruebas es mostrar de la forma más clara y sencilla posible el funcionamiento de cada uno de los componentes del banco de pruebas, así como también el proceso que se lleva a cabo en el mismo.
- Facilidad de mantenimiento: los componentes del banco de prueba están distribuidos de una forma tal que sus componentes son de fácil acceso para realizarles mantenimiento, o una sustitución en caso de ser necesario. Estos componentes también están disponibles en Venezuela, cuestión que facilita la adquisición de algún componente deteriorado en el mercado nacional.
- Facilidad de construcción: la idea de este diseño, es que además de ser lo más ilustrativo posible, sea de una fácil construcción, de esta manera, se hace más probable la futura construcción de dicho banco.
- Posibilidades de expansión: otra característica interesante del banco de pruebas es que el mismo pueda ampliarse, o que sea versátil al momento de modificar variables para adquirir datos.
- Carga de enfriamiento requerida en el laboratorio: el banco de prueba a diseñar, debe superar la carga de enfriamiento requerida en el laboratorio, sin embargo, sería

un gasto excesivo de capital si el exceso de carga de enfriamiento es descabellado, por lo tanto colocamos como límite que el equipo diseñado pueda exceder en 1 Tr, la carga de enfriamiento requerida.

La carga de enfriamiento requerida en el laboratorio, será calculada a continuación.

4.3 CÁLCULO DE CARGA TÉRMICA

Para hacer el cálculo de carga térmica, lo primero a considerar es el espacio a estudiar, para lo cual se hizo un levantamiento del lugar en donde se tomaron las medidas de cada pared y la altura de techo, además de las consideraciones de ventanas, alumbrado, puertas y capacidad de persona. A partir del levantamiento y de los datos obtenidos del mismo, se realizó un cálculo de las cargas de refrigeración del lugar, usando el método que fue explicado con anterioridad.

- Conducción a través de la estructura exterior:

En este caso la pared este y la pared oeste aportan la misma cantidad de carga térmica, mientras que la pared sur, no aporta carga térmica ya que el ambiente que colinda con ese espacio posee igual temperatura. Para realizar este cálculo se utilizaron las ecuaciones [2.10] y [2.11].

Tabla n° 4.2. Conducción a través de la estructura exterior (Cálculo de pared norte y oeste).

Fuente: Los Autores.

PARED NORTE	PARED ESTE
$U = 0.134 \left[\frac{Btu}{h \times ft^2 \times ^\circ F} \right]$	$U = 0.134 \left[\frac{Btu}{h \times ft^2 \times ^\circ F} \right]$

$A = 4m \times 6,8m = 27,2m^2 = 292,7784 ft^2$ $\Delta T = T_2 - T_1 = 81^\circ F - 68^\circ F = 13^\circ F$ $Q = U \times A \times \Delta T = 510,02 \left[\frac{Btu}{h} \right]$	$A = 4m \times 7,8m = 31,2m^2 = 335,834 ft^2$ $\Delta T = T_2 - T_1 = 81^\circ F - 68^\circ F = 13^\circ F$ $Q = U \times A \times \Delta T = 585,023 \left[\frac{Btu}{h} \right]$
---	---

$$Q_{total} = 585,023 \left[\frac{Btu}{h} \right] + 585,023 \left[\frac{Btu}{h} \right] + 510,02 \left[\frac{Btu}{h} \right] = 1680,066 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

- Conducción a través de la estructura interior (Cielo raso): Utilizando ecuación [2.11].

$$Q = U \times A \times \Delta T$$

$$U = 0.134 \left[\frac{Btu}{h \times ft^2 \times ^\circ F} \right]$$

$$A = 6,8m \times 7,8m = 53,04m^2 = 570,9178 ft^2$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 81^\circ F - 68^\circ F = 13^\circ F$$

$$Q = U \times A \times \Delta T = 994,539 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

- Radiación solar a través de vidrios: en este caso no existe una carga térmica que sea aportada por este medio ya que los vidrios exteriores permanecen aun dentro de un recinto, por lo que no se ven afectados por las radiaciones solares.
- Alumbrado: Utilizando ecuación [2.14]

$$Q = 3,4 \times W \times FB \times FCE$$

$$W = 40 \times 24 = 960 \text{ [Watts]}$$

$$FCE = 1$$

$$FB = 1,25$$

$$Q = 3,4 \times W \times FB \times FCE = 4080 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]$$

- Personas: Utilizando ecuaciones [2.15] y [2.16]

A) Ganancia de calor sensible:

$$Q = q \times n \times FCE$$

$$q = 315 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$n = 25$$

$$FCE = 1$$

$$Q = q \times n \times FCE = 7875 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

B) Ganancia de calor latente

$$Q = q \times n$$

$$q = 325 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

$$n = 25$$

$$Q = q \times n = 8125 \frac{\text{Btu}}{\text{h}}$$

- Equipos: en cuanto a equipos se tomo en cuenta los motores del ventilador que se encuentran tanto en los evaporadores como en los condensadores, así como el la

pérdida de calor en el compresor. Para los ventiladores se tomo en cuenta que cada uno aportan una carga térmica de 1290 Btu/h, mientras que los compresores aportan una carga térmica de 1820 y 3220 Btu/h respectivamente.

$$Q_{total} = 1290 + 1290 + 1820 + 3220 = 7620 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

- Infiltración: en el laboratorio se observan dos puertas y nueve ventanas, estas últimas se encuentran selladas, por lo tanto no se tomó en cuenta una infiltración a través de ellas. Luego tomando en cuenta la infiltración a través de las puertas se obtiene, utilizando las ecuaciones [2.17] y [2.18].

A) Ganancia de calor sensible:

$$Q_s = 1,1 \times CFM \times CT$$

$$CFM = 1 \left[\frac{CFM}{ft_{fisura}} \right] \times Longitud_de_fisura [ft]$$

$$CFM = 2,95 \times 2 + 6,89 \times 2 = 19,68 [CFM]$$

$$CT = 13^\circ F$$

$$Q_s = 1,1 \times CFM \times CT = 281,424 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

B) Ganancia de calor latente

$$Q_l = 0,68 \times CFM \times (W_2 - W_1)$$

$$W_2 - W_1 = 30 \left[\frac{grH_2O}{lb\ a\ i\ r\ e\ s\ e\ c\ o} \right]$$

$$Q_l = 0,68 \times CFM \times (W_2 - W_1) = 401,472 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

Luego obtenemos que la carga térmica total del espacio a refrigerar es de:

$$Q_{total} = 31057,5 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

Por lo tanto al obtener este valor consideramos que lo ideal sería que en el laboratorio se colocará un sistema que sea capaz de extraer un total de 36000 Btu/h.

4.4 ALTERNATIVAS DE DISEÑO

Como fue mencionado anteriormente en el capítulo 3 de este trabajo, para llegar a una alternativa de diseño final, se realizó una tormenta de ideas y de esta manera disponer de varias alternativas de diseño, antes de seleccionar la que se desarrollaría.

En este punto se mencionarán las diez (10) alternativas de diseño más relevantes obtenidas durante la tormenta de ideas:

D1) Diseñar un sistema de acondicionamiento de aire de expansión directa con adquisición de datos, utilizando el modelo MPS variable de LG.

D2) Diseñar un sistema de acondicionamiento de aire de expansión directa, el cual incluya varios modelos de compresores que actúen de forma independiente.

D3) Instalar un sistema MPS variable de LG y un sistema convencional que actúen de forma independiente y de tal forma poder compararlos.

D4) Diseñar un sistema de expansión directa con dos o más compresores, los cuales puedan repartirse la carga térmica, compartiendo la unidad condensadora y la evaporadora.

D5) Instalar un sistema de acondicionamiento de aire tipo ventana con adquisición de datos y cuyo dispositivo de control de flujo sea una válvula termostática.

D6) Instalar un sistema de agua helada, centrando el tema del ahorro energético en sistemas de bombeo.

D7) Instalar un sistema de acondicionamiento de aire utilizando el modelo MPS variable de LG, con compresor del tipo Inverter.

D8) Diseñar un sistema de agua helada, que pueda trabajar con torres de enfriamiento o sin ellas.

D9) Diseñar dos sistemas de acondicionamiento de aire de expansión directa, que alternen su operación según la carga térmica existente, colocándole adquisición de datos en varios puntos del ciclo.

D10) Diseñar un sistema de acondicionamiento de aire que pueda operar con múltiples evaporadores.

4.5 SELECCIÓN DEL DISEÑO FINAL

Tiene como objetivo concretar el diseño final, por ende se establecen criterios de selección, se jerarquizan y poseen una ponderación de 0 a 5 puntos según el grado de relevancia del criterio; además a los diseños se les asignó un valor que muestra el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos, entre 0 y 10 puntos, donde 0 indica que no cumple el requisito y 10 que lo cumple. Una vez asignados las ponderaciones y valores

correspondientes se suman para obtener una puntuación total, de allí se selecciona el diseño. Los criterios del diseño a evaluar y su ponderación son:

- A) Equipos disponibles (3).
- B) Costos (5).
- C) Dimensiones (4).
- D) Funcionalidad (5).
- E) Facilidad de mantenimiento (4).
- F) Facilidad de construcción (5).
- G) Posibilidades de expansión (4).
- H) Carga de enfriamiento requerida en el laboratorio (5).

Tabla n° 4.3. Matriz de selección del diseño final. Fuente: Los Autores

Criterio	POND.	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
A	3	1	6	4	10	10	1	1	1	8	6
B	5	5	3	3	6	8	1	3	1	8	4
C	4	8	5	4	8	10	1	4	1	6	5
D	5	8	8	8	8	1	5	6	8	10	5
E	4	5	8	5	8	10	5	3	5	8	8
F	5	5	5	5	5	6	5	4	3	9	8
G	4	1	1	1	1	1	10	1	10	6	1
H	5	10	10	10	10	10	1	10	1	10	10
TOTALES	-	199	204	182	243	239	127	150	132	289	209

Luego de evaluar las diferentes alternativas y realizar la matriz de selección, observamos que la opción número nueve es la mejor, ya que cumple de mejor manera con los requisitos de diseño propuestos.

CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL DISEÑO FINAL

5.1 DISEÑO FINAL

El diseño final desarrollado, consiste en dos sistemas de acondicionamiento de aire de expansión directa, estos equipos fueron diseñados para ser colocados en el laboratorio de termodinámica de la escuela de Ingeniería Mecánica de la U.C.V. En este diseño se considera que los equipos a instalar dependen de la carga de enfriamiento del laboratorio a su máxima capacidad (31000 Btu/h, aproximadamente) y de que al realizar una investigación en el mercado nacional, se resolvió que la manera más sencilla de cubrir esta capacidad (utilizando dos equipos de acondicionamiento de aire de capacidades diferentes), es colocar un equipo de 12000 Btu/h y otro de 24000 Btu/h. La idea de colocar dos equipos de capacidades distintas es que se podría colocar un set point diferente a cada equipo (Tomando en cuenta que el mayor, sería el set point del equipo de 24000 Btu/h), lo que haría que ambos trabajaran a su máxima capacidad hasta llevar la temperatura del entorno al set point del equipo de mayor capacidad, manteniendo en funcionamiento el segundo equipo. En este punto se presentan dos alternativas:

- Si la carga térmica del laboratorio es tal que puede ser manejada por el equipo de 12000 Btu/h, este permanecerá encendido hasta llegar al set point que se le coloque, en este momento dicho equipo alternaría su encendido y apagado, sin necesidad de utilizar el equipo de 24000 Btu/h. lo que se traducirá en un ahorro energético.
- Si la carga térmica es muy elevada como para que el equipo de 12000 Btu/h pueda manejarla, este se encargará de alargar los tiempos de encendido del equipo de 24000 Btu/h, lo que se traducirá en un ahorro energético.

Esquema general de funcionamiento del banco de pruebas

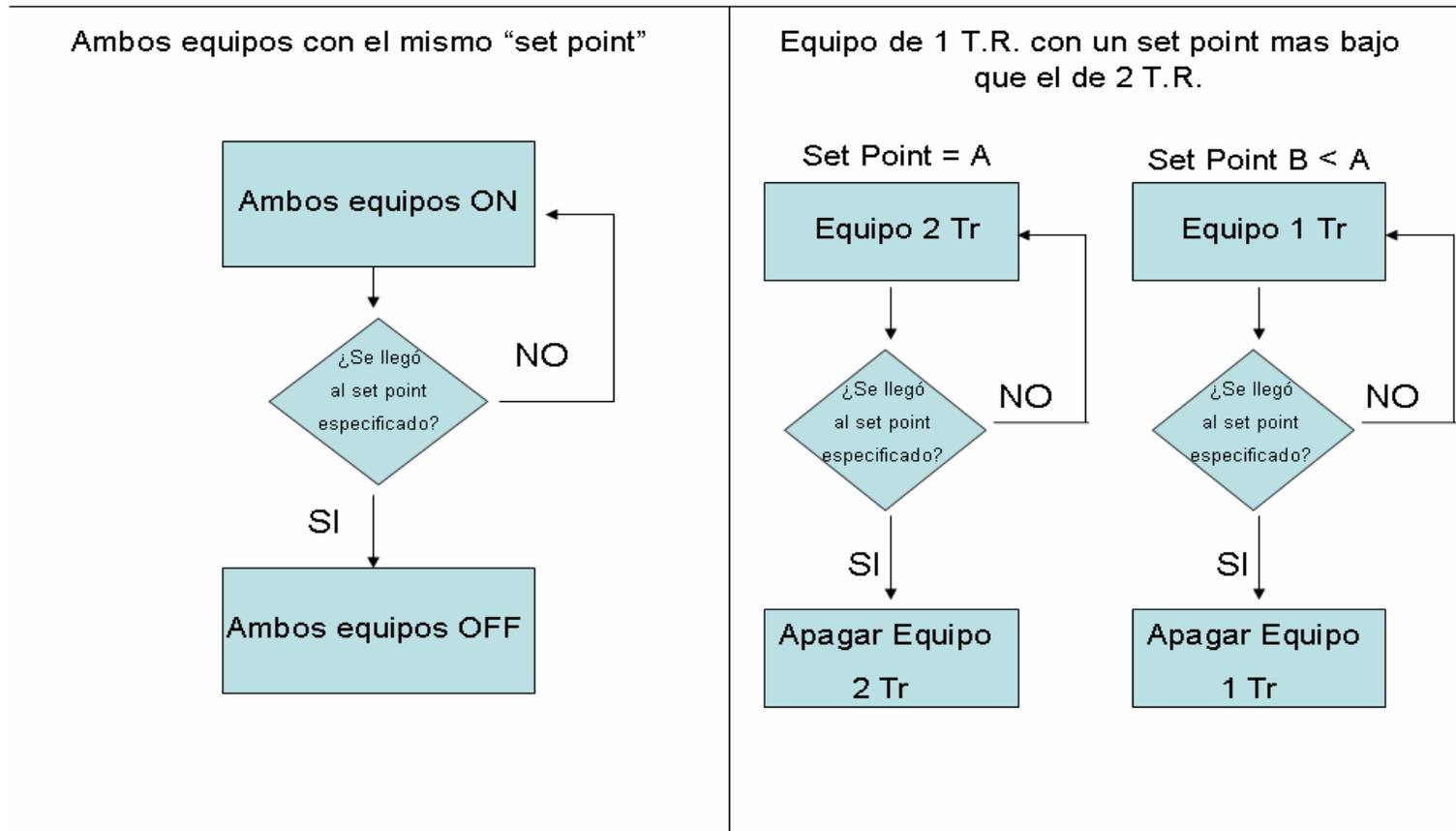


Fig n° 5.1. Diagrama de flujo de las opciones de funcionamiento del banco de pruebas. Fuente: Los Autores

5.2 SELECCIÓN DE COMPONENTES

En este punto se explican los diferentes pasos que se llevaron a cabo al momento de seleccionar los componentes que conforman el banco de pruebas. Este procedimiento se realizó para seleccionar los componentes de los dos sistemas que conforman el banco de pruebas, es decir, este proceso se llevó a cabo este procedimiento tanto para el equipo de 12000 Btu/h como para el de 24000 Btu/h.

5.2.1 Selección de compresor

Para seleccionar los compresores que forman parte de los sistemas, se tomó como punto de partida utilizar compresores de la marca “Danfoss”, ya que esta marca es la que ofrece una mayor cantidad de información técnica especializada a través de una base de datos llamada “Danfoss RS+3”, dicha información es de gran utilidad al calcular las diferentes variables en el ciclo. Para seleccionar el compresor a utilizar, se realizó una simulación gráfica del ciclo de refrigeración que se lleva a cabo en los sistemas a instalar, para así obtener los valores de ciertas variables a lo largo de los dos ciclos de refrigeración. Para ello se debe asumir un valor de eficiencia isentrópica para ambos ciclos obteniendo que el diagrama P-h es el mismo en ambos casos. Los datos de entrada requeridos para realizar la simulación gráfica, fueron tomados de:

- Normas ARI Standard 540 (2004).
- Principios y sistemas de refrigeración, Pita, Edward (1998)

Datos de entrada:

- Temperatura de evaporación = 7,2°C
- Temperatura de condensación = 54,44°C
- Sobrecalentamiento = 5,5 K

- Subenfriamiento = 5,5 K

Según Pedro Fernández Díez (2002), la eficiencia isentrópica de un compresor hermético recíprocante, oscila entre 78 y 82%. Por lo tanto asumimos un valor de eficiencia tomando en cuenta un margen un poco más desfavorable tomando en cuenta un posible margen de error. Eficiencia isentrópica del compresor = 70%

Adicionalmente consideramos que los valores de presión, entalpía y temperatura se conservan en:

- Salida del evaporador y entrada al compresor.
- Salida del compresor (3) y entrada al condensador (4)
- Salida del condensador (5) y entrada al dispositivo de expansión (6)
- Salida del dispositivo de expansión (7) y entrada al evaporador (8)

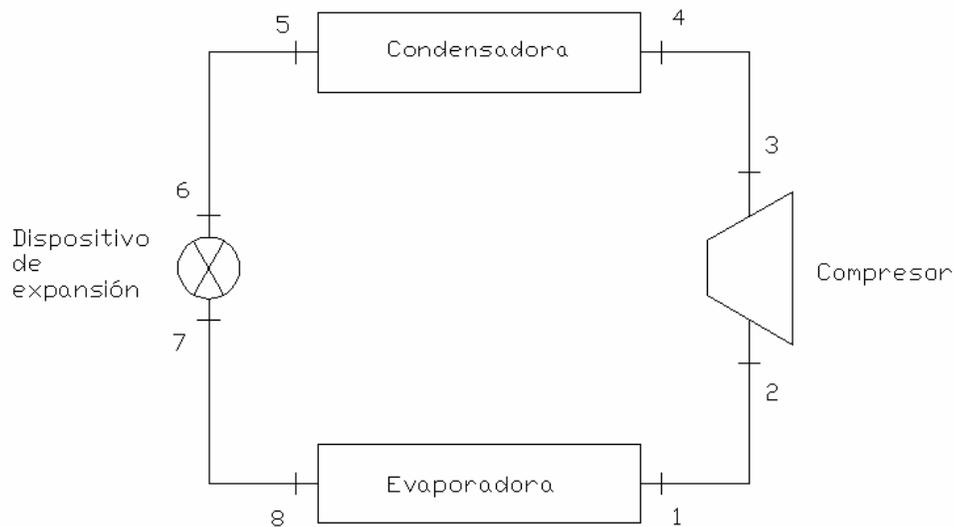


Fig n° 5.2. Esquema general del ciclo de refrigeración. Fuente: Los Autores.

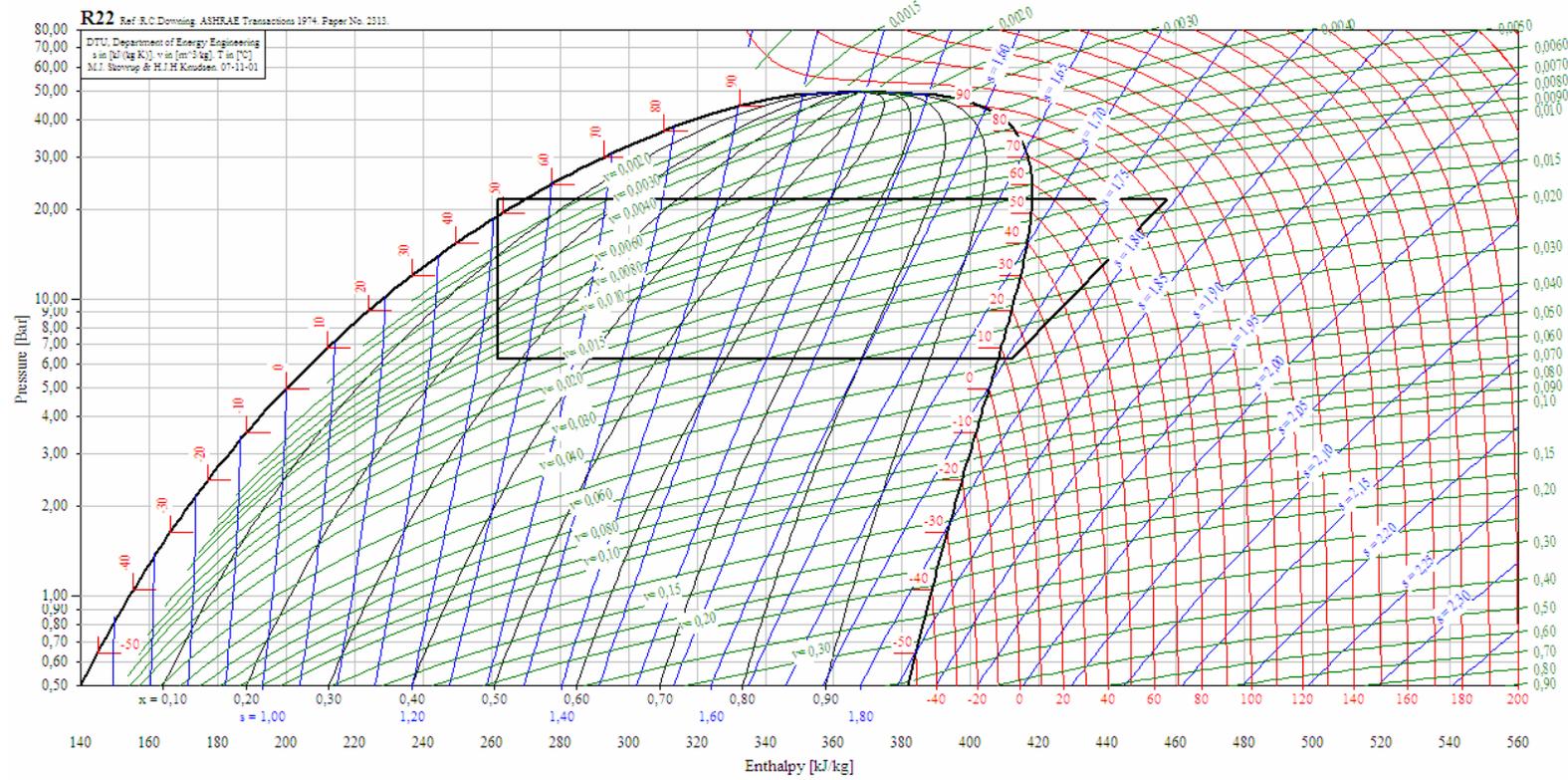


Fig nº 5.3. Diagrama P-h del ciclo de refrigeración. Fuente: Los Autores

Los datos obtenidos a través de la simulación realizada son:

➤ Salida del evaporador (1)

- $P = 6,251[\text{Bar}]$
- $T = 12,699^{\circ}\text{C}$
- $h = 412,036 \left[\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right] = 177,6346 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$

➤ Salida del compresor (3)

- $P = 21,475[\text{Bar}]$
- $T = 94,63^{\circ}\text{C}$
- $h = 457 \left[\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right] = 197,0218 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$

➤ Salida del condensador (5)

- $P = 21,475[\text{Bar}]$
- $T = 48,94^{\circ}\text{C}$
- $h = 261,782 \left[\frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} \right] = 112,8579 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$

➤ Salida del dispositivo de expansión (7)

- $P = 6,251[\text{Bar}]$
- $T = 7,2[^{\circ}\text{C}]$

- $h = 261,782 \left[\frac{KJ}{Kg} \right] = 112,8579 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$

Otro valor importante que se determina a partir de esta simulación es el volumen específico a la entrada del compresor, ya que con este valor es posible calcular el desplazamiento volumétrico requerido por el compresor, con lo que es posible determinar el compresor a utilizar.

- $\nu = 0,038901 \left[\frac{m^3}{Kg} \right] = 0,6869 \left[\frac{ft^3}{lb} \right]$

5.2.1.1 Selección del compresor para el ciclo de 12000 Btu/h

A) Cálculo del efecto refrigerante. Ecuación [2.2]:

- $ER = h_1 - h_8 = 177,6346 \left[\frac{Btu}{lb} \right] - 112,8579 \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 64,77 \left[\frac{Btu}{lb} \right]$

B) Cálculo del desplazamiento teórico volumétrico requerido. Ecuación [2.20]:

- $DT = \frac{Capacidad \times \nu}{ER} = \frac{12000 \left[\frac{Btu}{h} \right] \times 0,6869 \left[\frac{ft^3}{lb} \right]}{64,77 \left[\frac{Btu}{lb} \right]} = 127,26 \left[\frac{ft^3}{h} \right]$

C) Selección del compresor utilizando la base de datos “Danfoss RS+3”:

Se seleccionó el modelo MT018-1, cuyas características principales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla n° 5.1. Características del compresor de 12000 Btu/h. Fuente: Los Autores.

Tipo	MT018-1
Número de código	MT18-1VI
Número de modelo	MT18A1PVE
Tipo de compresor	Reciprocante
Voltaje nominal	208-230 V/1 Ph/60 Hz
Velocidad nominal	3500 rpm
Desplazamiento	30,23 cm^3
Peso neto	21 Kg
Límite de carga de refrigerante	2,5 Kg
Carga de aceite	0,95 litros
Tipo de aceite	Mineral

D) Cálculo del desplazamiento volumétrico del compresor:

$$\bullet \quad DR = 30,23[cm^3] \times 3500[rpm] \times 60 \left[\frac{\text{min}}{h} \right] = 6348300 \left[\frac{cm^3}{h} \right] = 224,1881 \left[\frac{ft^3}{h} \right]$$

Al observar que el desplazamiento volumétrico del compresor supera al teórico, podemos tomar en cuenta dicho compresor para la aplicación requerida.

E) Cálculo de eficiencia volumétrica del compresor. Ecuación [2.21]:

$$\bullet \quad \eta_v = \frac{DT}{DR} = \frac{127,26 \left[\frac{ft^3}{h} \right]}{224,1881 \left[\frac{ft^3}{h} \right]} = 0,567 = 56,7\%$$

F) Cálculo del flujo másico. Ecuación [2.19]:

$$\bullet \quad \dot{m} = \frac{\text{Capacidad}}{ER} = \frac{12000 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]}{64,78 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]} = 185,24 \left[\frac{\text{lb}}{\text{h}} \right]$$

G) Potencia de entrada al compresor. Ecuación [2.5]:

$$\bullet \quad \dot{W} = \dot{m}(h_3 - h_2) = 185,24 \left[\frac{\text{lb}}{\text{h}} \right] \times (197,0278 - 177,6346) \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right] = 3592,39 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]$$

H) Eficiencia energética. Ecuaciones [2.23] y [2.24]:

$$\bullet \quad COP = \frac{12000 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]}{3592,39 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]} = 3,34$$

$$\bullet \quad EER = \frac{12000 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{h}} \right]}{1052,12 [\text{W}]} = 11,4$$

5.2.1.2 Selección del compresor para el ciclo de 24000 Btu/h

A) Cálculo del efecto refrigerante. Ecuación [2.2]:

$$\bullet \quad ER = h_1 - h_8 = 177,6346 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right] - 112,8579 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right] = 64,77 \left[\frac{\text{Btu}}{\text{lb}} \right]$$

B) Cálculo del desplazamiento teórico volumétrico requerido. Ecuación [2.20]:

$$\bullet \quad DT = \frac{Capacidad \times v}{ER} = \frac{24000 \left[\frac{Btu}{h} \right] \times 0,6869 \left[\frac{ft^3}{lb} \right]}{64,78 \left[\frac{Btu}{lb} \right]} = 254,485 \left[\frac{ft^3}{h} \right]$$

C) Selección del compresor utilizando la base de datos “Danfoss RS+3”:

Se seleccionó el modelo MT028-1, cuyas características principales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla n° 5.2. Características del compresor de 24000 Btu/h. Fuente: Los Autores

Tipo	MT028-1
Número de código	MT28-1I
Número de modelo	MT28JE1R
Tipo de compresor	Reciprocante
Voltaje nominal	208-230 V/1 Ph/60 Hz
Velocidad nominal	3500 rpm
Desplazamiento	48,06 cm^3
Peso neto	23 Kg
Límite de carga de refrigerante	2,5 Kg
Carga de aceite	0,95 litros
Tipo de aceite	Mineral

NOTA: Las vibraciones que se generan a raíz de los compresores serán sumamente atenuadas mediante la colocación de gomas de dos (2) cm de espesor en su base.

D) Cálculo del desplazamiento volumétrico del compresor:

- $DR = 48,06[cm^3] \times 3500[rpm] \times 60 \left[\frac{\text{min}}{h} \right] = 10092600 \left[\frac{cm^3}{h} \right] = 356,4168 \left[\frac{ft^3}{h} \right]$

Al igual que para la selección del compresor para el ciclo de 12000 Btu/h, este valor de desplazamiento volumétrico nos garantiza que este compresor funciona para la aplicación requerida.

E) Cálculo de eficiencia volumétrica del compresor. Ecuación [2.21]:

- $\eta_v = \frac{DT}{DR} = \frac{254,485 \left[\frac{ft^3}{lb} \right]}{356,4168 \left[\frac{ft^3}{h} \right]} = 0,714 = 71,4\%$

F) Cálculo del flujo másico. Ecuación [2.19]:

- $\dot{m} = \frac{\text{Capacidad}}{ER} = \frac{24000 \left[\frac{Btu}{h} \right]}{64,78 \left[\frac{Btu}{lb} \right]} = 370,48 \left[\frac{lb}{h} \right]$

G) Potencia de entrada al compresor. Ecuación [2.5]:

- $\dot{W} = \dot{m}(h_3 - h_2) = 370,48 \left[\frac{lb}{h} \right] \times (197,0278 - 177,6346) \left[\frac{Btu}{lb} \right] = 7184,79 \left[\frac{Btu}{h} \right]$

H) Eficiencia energética. Ecuaciones [2.23] y [2.24]:

$$\bullet \quad COP = \frac{24000 \left[\frac{Btu}{h} \right]}{7184,78 \left[\frac{Btu}{h} \right]} = 3,34$$

$$\bullet \quad EER = \frac{24000 \left[\frac{Btu}{h} \right]}{2104,24 [W]} = 11,4$$

5.2.2 Selección de las unidades evaporadoras

Para la selección de los evaporadores solo hay que verificar que la capacidad de enfriamiento coincida exactamente con la capacidad teórica de diseño del sistema (12000 Btu/hr y 24000Btu/hr respectivamente). En este tipo de evaporadores, el refrigerante se evapora dentro de tubos con aletas extrayendo calor del aire que pasa a través del serpentín mediante un ventilador. Este tipo de evaporadores se alimenta de refrigerante a través de un dispositivo de control de flujo, que en este caso sería un orificio de expansión.

Para la construcción del banco de pruebas se seleccionaron dos evaporadores del tipo “minisplit”, ya que estos equipos presentan las características mas apropiadas para el diseño del banco, es decir, son livianos y de pequeñas dimensiones. Los equipos seleccionados son de la compañía “Peake”, ya que estos equipos presentan un mayor rendimiento para las unidades condensadoras disponibles en el laboratorio y a la facilidad de adquirir estos equipos en el mercado nacional. Las características principales de los modelos seleccionados son:

Tabla n° 5.3. Características de las unidades evaporadoras. Fuente: Los Autores

Capacidad	12000 btu/h	24000 btu/h
Marca	Peake	Peake
Modelo	PHW-G012	PHW-G024
Caudal de aire (cfm)	247	706
Dimensiones (Largo x ancho x alto) (mm)	805x148x265	1150x197x330
Peso (kg)	7.5	17
Refrigerante	R22	R22
Área del serpentín (ft ²)	1.3	3.3
N° de filas	2	2
N° de aletas / plg	16	19
Velocidad del aire	190 pies/min	213.94 pies/min



Fig n° 5.4. Unidad evaporadora de 24000 BTU/h. Fuente: Internet [5.1]



Fig n° 5.5. Unidad evaporadora de 12000 BTU/h. Fuente: Internet [5.2]

Ambos evaporadores cuentan con un sistema de drenaje con conexión roscada de 3/4" dichos drenajes serán colocados de una forma tal que se pueda medir a posteriori, la cantidad de agua condensada en el serpentín del evaporador.

5.2.3 Selección de las unidades condensadoras

La unidad condensadora posee la particularidad de que al ser diseñada se aumenta su capacidad aproximadamente un 30% con respecto a la unidad evaporadora, esto se debe a que el condensador debe retirar el calor que absorbe el refrigerante en la evaporadora (Efecto refrigerante) y el calor equivalente a la potencia de entrada al compresor (Calor de compresión). A continuación se realizará el cálculo que determinará la capacidad requerida de calor de rechazo del condensador. Ecuación [2.7]

Ciclo de 12000 Btu/h:

$$\bullet \quad \dot{Q}_{cond} = \dot{Q}_{evap} + \dot{W} = 12000 \left[\frac{Btu}{h} \right] + 3592,39 \left[\frac{Btu}{h} \right] = 15592,39 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

Ciclo de 24000 Btu/h:

$$\bullet \quad \dot{Q}_{cond} = \dot{Q}_{evap} + \dot{W} = 24000 \left[\frac{Btu}{h} \right] + 7184,79 \left[\frac{Btu}{h} \right] = 31184,79 \left[\frac{Btu}{h} \right]$$

Podemos observar que estos valores se acercan a la capacidad que manejan las unidades condensadoras tomando en cuenta la consideración inicial de diseño. Por ello se demuestra que se pueden utilizar las unidades condensadoras disponibles en el laboratorio. Las características principales de los modelos seleccionados son:

Tabla n° 5.4. Características de las unidades condensadoras. Fuente: Los Autores

Capacidad	12000 btu/h	24000 btu/h
Marca	Peake	Peake
Modelo	PCU-012b216-STD	PCU-024b216-STD
Caudal de aire (cfm)	800	1200
Dimensiones (Largo x ancho x alto) (mm)	705x252x529	830x330x649
Peso (kg)	35	68
Refrigerante	R22	R22
Área del serpentín (ft ²)	3,51	5,73
Nº de filas	1	2
Nº de aletas / plg	19	14
Velocidad del aire	227,92	209,42



Fig n° 5.6. Unidad condensadora de 12000 Btu/h. Fuente: Internet [5.3]

Para garantizar un buen diseño y el funcionamiento óptimo del sistema, es necesario que el calor que le transfiere el refrigerante al ambiente, salga del laboratorio; por ello, es necesario instalar una ductería que garantice la salida del aire del recinto. Al no ser

este parte de una ductería de suministro ni de retorno, no existen consideraciones especiales para la fabricación del ducto, así que asumiremos algunas condiciones que nos parecen las más adecuadas para facilitar la instalación, utilizando la figura [2.5]. Además se construirán ducterías diferentes para cada unidad condensadora, por si es necesario en un futuro verificar de forma independiente las condiciones del aire a la salida de la unidad condensadora.

Tabla n° 5.5. Ductería de descarga del condensador. Fuente: Los Autores

Equipo	12000 Btu/h	24000 Btu/h
Caudal	800 CFM	1200 CFM
Velocidad	400 ft/min	400 ft/min
Long. Equivalente	20 ft	20 ft
Dimensiones del ducto	24" x 12"	36" x 12"
Pérdidas por fricción/100 ft	0,012 ft H_2O /100 ft	0,01 ft H_2O /100 ft
Caída de presión	0,0024 ft H_2O	0,002 ft H_2O

Podemos observar que la caída de presión en la ductería es despreciable, ya que los ventiladores axiales suelen vencer presiones de 0,04 a 0,125 ft H_2O

5.2.4 Selección de tuberías

Las tuberías de refrigerante son de cobre, material comúnmente usado en la mayoría de los sistemas de refrigeración.

Los diámetros de las líneas de refrigerante fueron seleccionados de acuerdo a las recomendaciones dadas por el fabricante de los equipos una capacidad específica de 12000 Btu/hr y 24000 Btu/hr.

Los diámetros de tuberías recomendadas son:

- Para el ciclo de 12000 Btu/hr
 - Línea de líquido: 3/8 pulg
 - Línea de succión: 1/2 pulg
 - Línea de gas caliente: 1/2 pulg

- Para el ciclo de 24000 Btu/hr
 - Línea de líquida: 3/8 pulg
 - Línea de succión: 5/8 pulg
 - Línea de gas caliente: 5/8 pulg

Las conexiones utilizadas para formar los circuitos del refrigerante en el equipo son conexiones forjadas de cobre, utilizando soldadura de plata con un mínimo de 60% de plata para las uniones soldadas.

En ambos ciclos, la línea de succión será aislada con aislante del tipo Armaflex, esto se debe a que la temperatura del gas refrigerante es sumamente baja en esta línea, por lo que de no ser aislada presentaría una transferencia importante de calor, lo que ocasionaría un cambio en la capacidad de refrigeración del sistema, traduciéndose en una disminución de rendimiento del mismo.



Fig n° 5.7. Modelos de aislante térmico de tipo “Armaflex”. Fuente: Internet [5.4]

Para verificar los diámetros recomendamos por los fabricantes se utilizan las ecuaciones [2.8] y [2.9]

1) Para Ciclo de 12000 Btu/h

Línea de succión: 1/2”:

- $Le = 1385 + 7 \times 600 = 5.6 \approx 6m \approx 20 \text{ pies}$ (Considerando 7 codos 1/2" x 90°)
- $CAPACIDAD = 0.6 \times 0.86 \times \left(\frac{100}{20} \times \frac{45}{40}\right)^{0.55} = 1.17Tr$
- $\Delta T = 2 \times \left(\frac{20}{100} \times \frac{1}{1.17}\right)^{1.8} = 0.3^\circ F$. No excede los requerimientos.

Línea de descarga: 1/2”:

- $Le = 1706 + 7 \times 600 = 5906 \approx 6m \approx 20 \text{ pies}$ (Considerando 7 codos 1/2" x 90°)
- $CAPACIDAD = 0.85 \times 1.18 \times \left(\frac{100}{20} \times \frac{45}{40}\right)^{0.55} = 2.278Tr$
- $\Delta T = 1 \times \left(\frac{20}{100} \times \frac{1}{2.278}\right)^{1.8} = 0.05^\circ F$. No excede los requerimientos.

2) Para Ciclo de 24000 Btu/h

Línea de succión: 5/8":

- $Le = 1125.6 + 7 \times 750 = 6375 \approx 6.4m \approx 21 \text{ pies}$ (Considerando 7 codos 5/8" x 90°)
- $CAPACIDAD = 1.1 \times 0.86 \times \left(\frac{100}{21} \times \frac{45}{40}\right)^{0.55} = 2.09Tr$
- $\Delta T = 2 \times \left(\frac{21}{100} \times \frac{2}{2.09}\right)^{1.8} = 0.38^\circ F$ No excede los requerimientos.

Línea de descarga: 5/8":

- $Le = 1806 + 7 \times 750 = 7056 \approx 7.1m \approx 23 \text{ pies}$ (Considerando 7 codos 5/8" x 90°)
- $CAPACIDAD = 1.6 \times 1.18 \times \left(\frac{100}{23} \times \frac{45}{40}\right)^{0.55} = 3.97Tr$
- $\Delta T = 1 \times \left(\frac{23}{100} \times \frac{2}{4.17}\right)^{1.8} = 0.067^\circ F$ No excede los requerimientos.

Al realizar este procedimiento se observa que las pérdidas fueron calculadas en variaciones de temperatura. Se determinó que las variaciones no superan el máximo de pérdidas permitidas en las tuberías.

5.2.5 Accesorios

5.2.5.1 Filtro secador

Este dispositivo se instala en la línea de líquido, antes del orificio de expansión, a fin de eliminar cualquier posible sedimento que se encuentre en la tubería, constituyéndose

por otra parte la función de secado de una gran importancia sobre todo cuando se utilizan compresores herméticos, ya que el bobinado del motor está expuesto al gas refrigerante y la presencia de exceso de humedad puede conducir a que el motor se quemé.

De los filtros existentes y de fácil adquisición en el mercado nacional se seleccionó un modelo que posee conexiones soldables. El filtro secador seleccionado se instala en cada uno de los ciclos de refrigeración, debido a que en ambos la tubería de líquido es 3/8". Las características principales del filtro secador que se colocará son las siguientes:

Tabla n° 5.6. Características del filtro secador. Fuente: Los Autores.

Marca	Danfoss
Tamaño de la conexión	3/8 in
Modelo	DCL 033s
Material	Cobre puro
Tipo conexión Entrada	Soldada
Tipo conexión Salida	Soldada
Absorción de humedad	4,77 gr H ₂ O
Refrigerante	R22



Fig n° 5.8. Modelos de filtros secadores. Fuente: Internet [5.5]

5.2.5.2 Visor de líquido

El estado físico en que se encuentra el refrigerante en cada una de las líneas es una de las características claves del buen funcionamiento de un sistema de refrigeración. Es por ello que se seleccionaron un (1) visor de líquido para cada sistema, el cual se ubica en la entrada del orificio de expansión, esto con el fin de observar el estado físico del refrigerante en este punto del sistema.

Los visores de líquido cumplen con unas características similares a los que encontramos en las base de datos de la compañía “Danfoss”. La presión máxima de trabajo para estos visores de líquido, es lo suficientemente alta como para permitir el uso de estos en ambos sistemas, ya que la presión de diseño más alta en la línea de líquido es de 21,96 bar y el visor soporta una presión de 35 bar, lo que da un margen de seguridad de un 62,74%, que en este caso es adecuado para nuestros requerimientos.

Tabla n° 5.7. Características del visor de líquido para ambos sistemas. Fuente: Los Autores.

Características	Línea de líquido
Tamaño de la conexión	3/8 in
Modelo	SGN 10
Peso	0.198 Kg
Tipo conexión a la entrada	Soldada
Máxima presión. trabajo	35,0 bar
Tipo conexión a la salida	Soldada
Refrigerante	R22



Fig n° 5.9. Modelos de visores de líquido. Fuente: Internet [5.6]

5.2.5.3 Acumulador de succión

En el diseño del banco de pruebas se decidió colocar un acumulador de succión para cada compresor, esta consideración fue tomada en cuenta para evitar que el refrigerante líquido inunde el sistema y que vuelva al compresor antes de ser evaporado, causando un deterioro del compresor debido al golpeteo de los pistones al tratar de comprimir el refrigerante líquido, la pérdida de aceite del carter o el gasto excesivo de los cojinetes.

Tabla n° 5.8. Características de los acumuladores de succión. Fuente: Los Autores

Características	Ciclo 12000 Btu/h	Ciclo 24000 Btu/h
Marca	Emerson Climate	Emerson Climate
Tamaño de la conexión	½ in	5/8 in
Modelo	A-AS 3 84	A-AS 3 105
Peso	2 lbs	2,4 lbs
Tipo conexión a la entrada	Soldada	Soldada
Tipo conexión a la salida	Soldada	Soldada



Fig n° 5.10. Acumuladores de succión. Fuente: Internet [5.7]

5.2.6 Diseño de la estructura

En este punto se explican la serie de pasos que se llevaron a cabo para diseñar la estructura en la cual se colocaran los equipos. La selección y el diseño de la estructura depende directamente de la posición más conveniente de colocar los mismos, ya que inicialmente se parte de que en la escuela de Ingeniería Mecánica están disponibles unos perfiles tipo L de 50 mm x 7 mm de acero ASTM A36 para la estructura base.

La metodología que se utilizó al seleccionar la posición de los equipos y el diseño de la estructura que los soportaría fue similar a la utilizada inicialmente para el diseño final del banco de pruebas, es decir, se establecieron unos criterios de selección, posteriormente se realizó una tormenta de ideas, de las cuales se tomaron las diez (10) alternativas mas relevantes, para finalmente construir una matriz de selección y de esta manera seleccionar la alternativa de diseño final.

5.2.6.1 Requisitos del diseño de la estructura

Desde un inicio, el banco de pruebas se basó en la idea de un diseño práctico, de fácil construcción y traslado, por lo que se tomaron en cuenta las dimensiones del

laboratorio y las medidas de de las puertas del mismo, para así realizar un diseño de tal forma que al ser construido, el mismo pudiese ser movilizadado de un lugar a otro según sea necesario.

- Dimensiones: este banco de pruebas se diseño tomando que cuenta que el mismo debe ser ubicado en el laboratorio de termodinámica de la escuela de Ingeniería Mecánica de la U.C.V. Por lo tanto debimos tomar en cuenta los espacios disponibles en el laboratorio.
- Facilidad de traslado: la colocación de los equipos seleccionados, así como el diseño de la estructura que los soporta, debe cumplir como requisito fundamental que pueda movilizarse a otros espacios fuera del laboratorio de termodinámica.
- Facilidad de construcción: la idea del diseño de la estructura y la colocación de componentes, debe ser tal, que la estructura resultante debe ser de fácil construcción.
- Facilidad de instalación de componentes: los componentes del banco de prueba deben estar distribuidos de una forma tal que su instalación debe ser muy sencilla, esto se debe a que la construcción del banco reprobas será llevada a cabo por un grupo de estudiantes.
- Distribución de componentes: la distribución de los componentes del banco de pruebas, debe ser tal, que permita la fácil visualización de todos los componentes del sistema, así como también el proceso que se lleva a cabo desde un punto de vista termodinámico.

5.2.6.2 Alternativas de diseño de la estructura

E1) Diseñar una estructura metálica, en las cual se coloquen las unidades condensadoras en la parte superior de la misma, y construir una ductería de salida de aire caliente desde dichas unidades hacia el sobretecho del laboratorio. Además

de estas estructuras se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos.

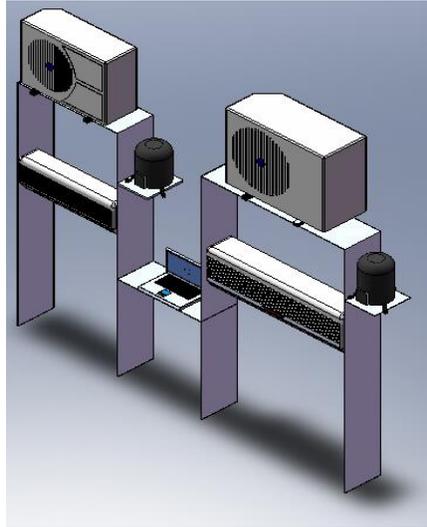


Fig n° 5.11. Alternativa de diseño E1. Fuente: Los Autores

E2) Diseñar una estructura metálica con láminas de metal, en la cual se coloquen los dos evaporadores en la parte delantera de la misma junto con los dos compresores por debajo, y las unidades condensadoras en la parte posterior para que el aire de salida no interfiera con los evaporadores. Además de estas estructuras se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos.

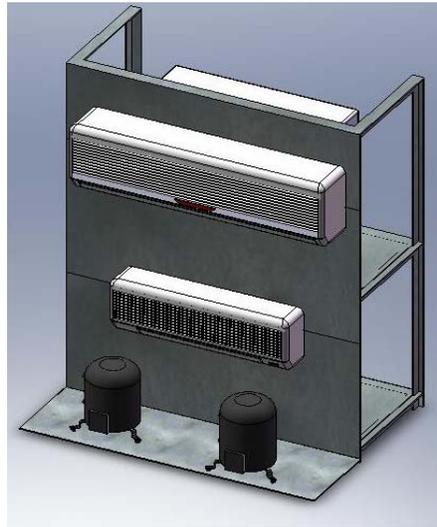


Fig n° 5.12. Alternativa de diseño E2. Fuente: Los Autores

E3) Colocar las unidades condensadoras en el piso y las unidades evaporadoras en las paredes del laboratorio. Además de estas estructuras se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos.

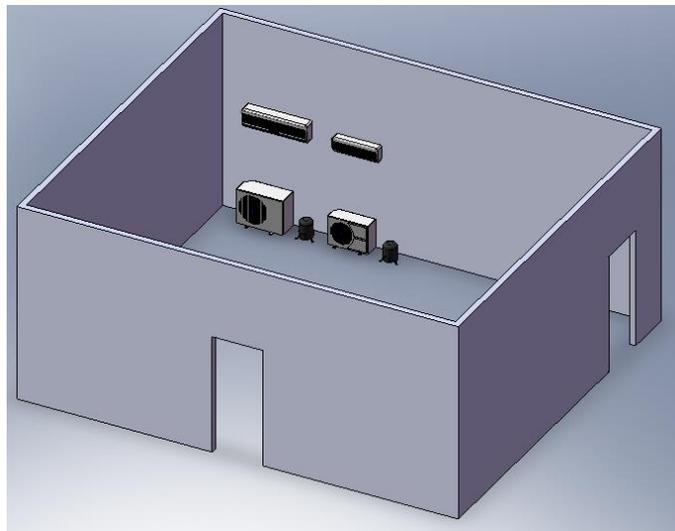


Fig n° 5.13. Alternativa de diseño E3. Fuente: Los Autores

E4) Diseñar una estructura metálica, en la cual se coloquen las unidades condensadoras (con sus respectivos compresores) en la parte superior de la misma, y construir una ductería de salida de aire caliente desde dichas unidades hacia el sobretecho del laboratorio. Además de estas estructuras se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos.

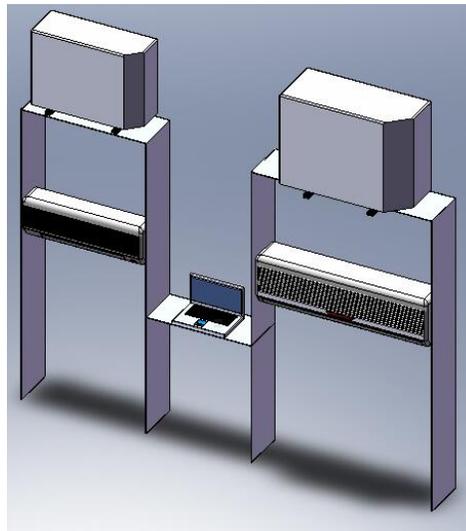


Fig n° 5.14. Alternativa de diseño E4. Fuente: Los Autores

E5) Diseñar una estructura en metálica con láminas del mismo material, en las cuales se colocarán las unidades condensadoras en la parte posterior y los evaporadores en la parte delantera y los compresores en los laterales. Además de estas estructuras se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos.

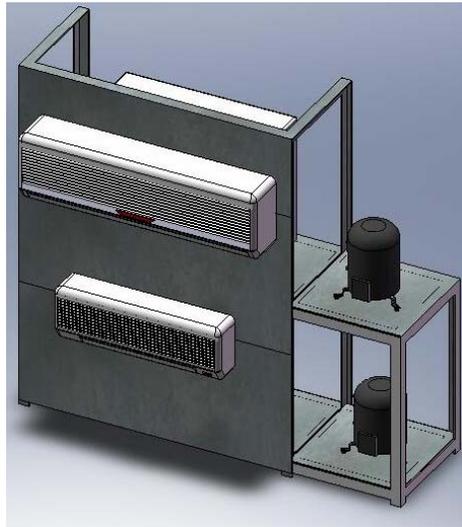


Fig n° 5.15. Alternativa de diseño E5. Fuente: Los Autores

E6) Diseñar dos estructuras metálicas, donde se pueda observar todo el ciclo de refrigeración con los evaporadores y unidades condensadoras adelante. Adicional a esta estructura tendrá una mesa para la computadora de adquisición de datos.

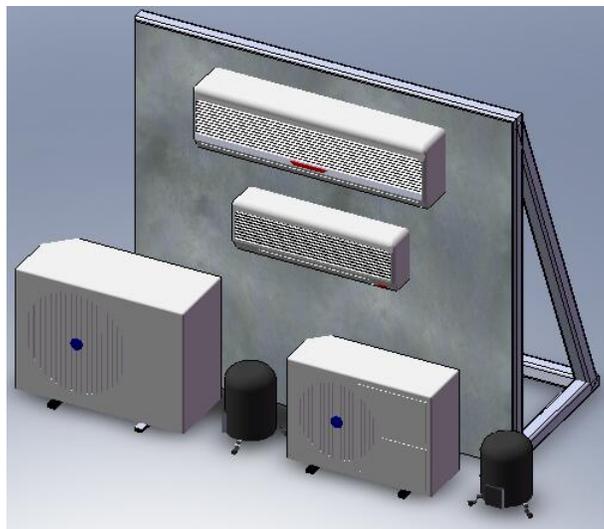


Fig n° 5.16. Alternativa de diseño E6. Fuente: Los Autores

E7) Diseñar dos estructuras metálicas con planchas de metal, en las cuales se colocarán las unidades condensadoras en la parte posterior y los evaporadores en la parte delantera. En este caso los compresores permanecerán dentro de la condensadora. Además se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos

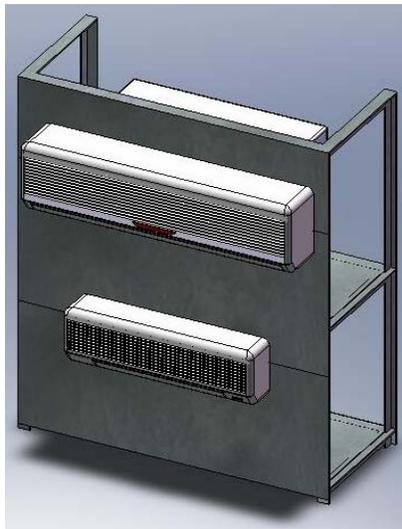


Fig n° 5.17. Alternativa de diseño E7. Fuente: Los Autores

E8) Diseñar una estructura metálica con repisa para los evaporadores y compresores a la misma altura y las condensadoras en la parte posterior de la estructura. Además se colocará una mesa para colocar la computadora en la que se instalará el sistema de adquisición de datos.

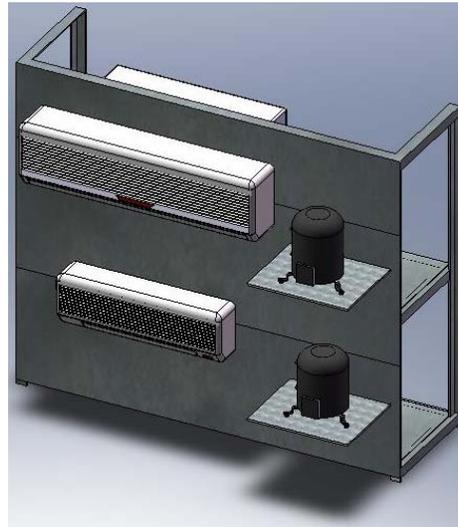


Fig n° 5.18. Alternativa de diseño E8. Fuente: Los Autores

E9) Diseñar una estructura metálica con planchas de metal, en la cual se coloquen los dos evaporadores en la parte delantera de la misma junto con los dos compresores, y las unidades condensadoras en la parte posterior para que el aire de salida no interfiera con los evaporadores o minisplits. En esta estructura se incluirá la computadora para la adquisición de datos con una pantalla sensible al tacto.

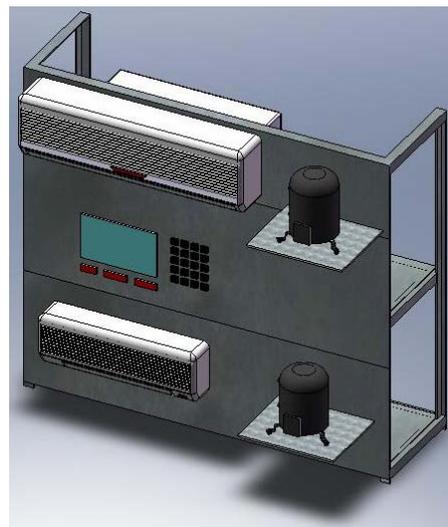


Fig n° 5.19. Alternativa de diseño E9. Fuente: Los Autores

E10) Instalar todos los equipos encima de dos o tres mesas u escritorios que se encuentren en el laboratorio. En forma horizontal.

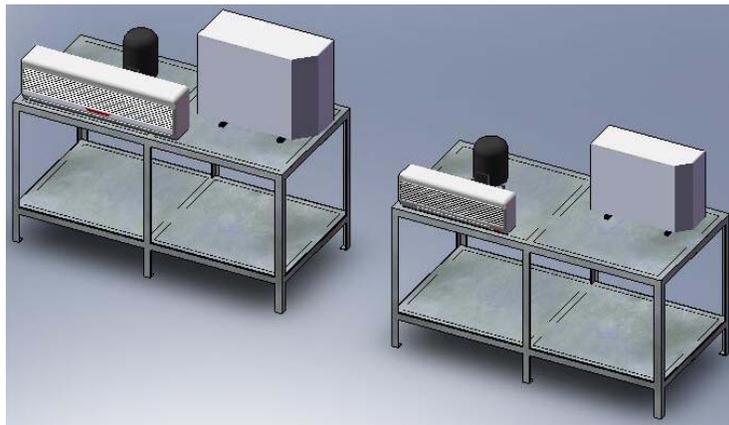


Fig n° 5.20. Alternativa de diseño E10. Fuente: Los Autores

5.2.6.3 Selección del diseño de la estructura

Al igual que en el proceso de la selección del diseño final se establecen criterios de selección, se jerarquizan y poseen una ponderación de 0 a 5 puntos según el grado de relevancia del criterio; además a los diseños se les asignó un valor que muestra el nivel de cumplimiento de los requisitos establecidos, entre 0 y 10 puntos, donde 0 indica que no cumple el requisito y 10 que lo cumple. Una vez asignados las ponderaciones y valores correspondientes se suman para obtener una puntuación total, de allí se selecciona el diseño. Los criterios del diseño a evaluar y su ponderación son:

A) Dimensiones (5).

- B) Facilidad de traslado (5).
- C) Facilidad de construcción (3).
- D) Facilidad de instalación de componentes (4)
- E) Distribución de componentes (5)
- F) Costos (5)

Antes de realizar la matriz de selección, se debe descartar la opción E3, ya que la misma no cumple con el requisito de diseño que menciona que el banco de pruebas debe poder movilizarse fuera del laboratorio de termodinámica.

Tabla n° 5.9. Matriz de selección del diseño de la estructura. Fuente: Los Autores

Criterio	POND.	E1	E2	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
A	5	5	7	5	8	3	8	4	6	7
B	5	7	8	6	8	8	8	8	7	7
C	3	7	8	7	9	8	9	9	8	8
D	4	6	7	7	9	9	9	9	7	8
E	5	4	6	3	9	10	5	9	8	7
TOTALES	-	125	157	119	188	165	168	168	157	161

Luego de evaluar las diferentes alternativas y realizar la matriz de selección, observamos que la opción número cinco es la mejor, ya que cumple de mejor manera con los requisitos propuestos.

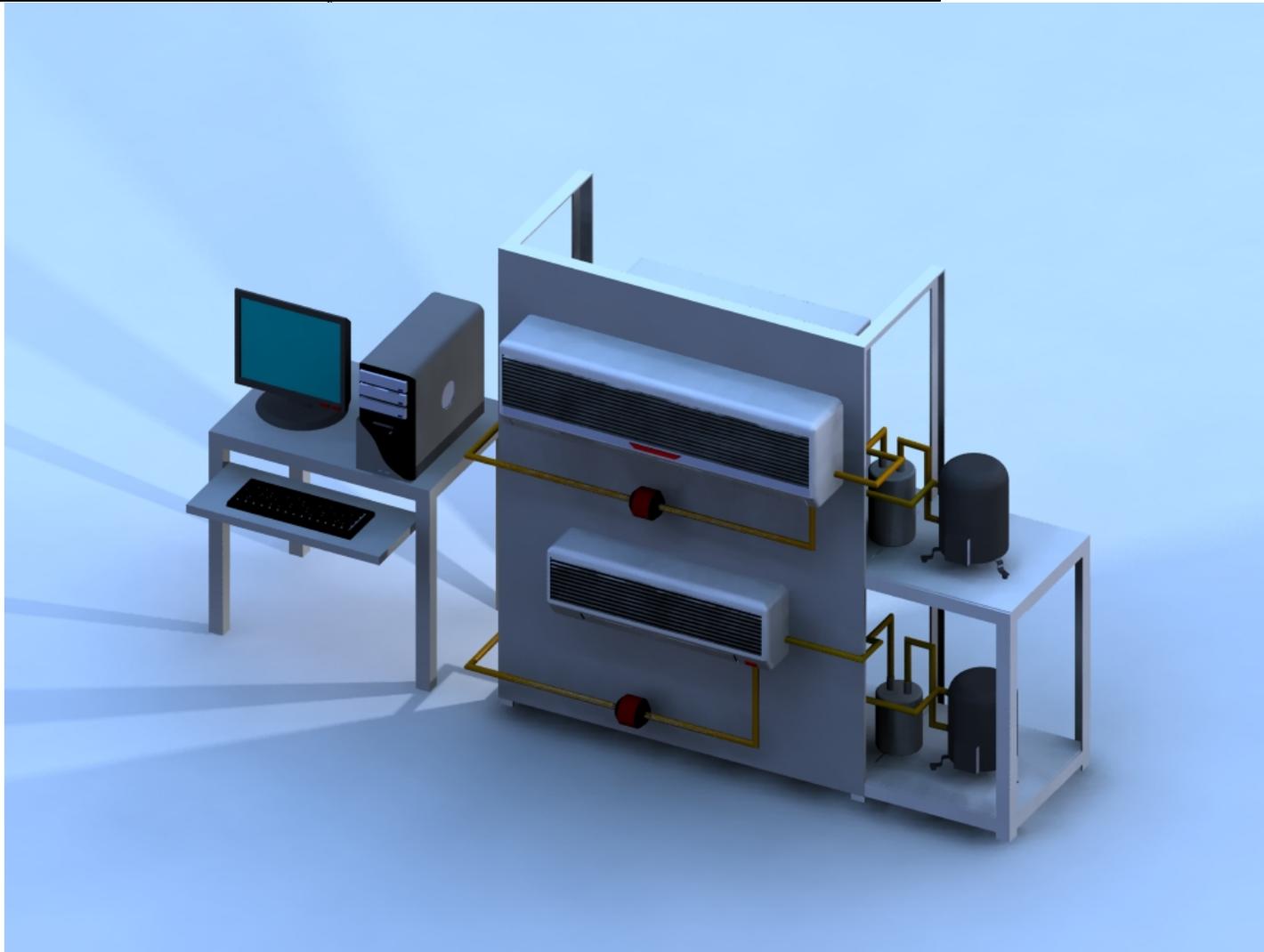


Fig n° 5.21. Vista isométrica del banco de pruebas. Fuente: Los Autores

5.2.7 Análisis de esfuerzos

Una vez seleccionada la alternativa de diseño se realizó una simulación para verificar la factibilidad de la misma. Inicialmente se tomo en cuenta el uso de los perfiles disponibles en la escuela de Ingeniería Mecánica (Perfiles tipo “L” de acero ASTM A-36), adicionalmente, se seleccionó utilizar láminas del mismo tipo de acero y de 5 mm de espesor, ya que el mismo presenta unas características muy convenientes para nuestro diseño, por ser económico, durable y de fácil soldabilidad. Otra de las razones por la que fue seleccionado este tipo de acero y perfil es por la facilidad y accesibilidad de adquirirlo en el mercado nacional.

Para realizar la simulación del los esfuerzos resultantes sobre la estructura diseñada, se utilizó como soporte los softwares “Solidworks 2007” y “Cosmosworks 2007” cuyas licencias fueron donadas a la Escuela de Ingeniería Mecánica a través del Team Formula SAE U.C.V.

Mediante la utilización de estos programas se siguieron una serie de pasos para determinar si este diseño cumplía con la teoría de la máxima energía de distorsión (Von Mises), además de verificar los puntos de deformación máxima en la estructura y sus valores. Los pasos que se llevaron a cabo fueron:

- Elaboración de la estructura en el software SolidWorks 2007.
- A través del software CosmosWorks 2007, se simularon las cargas estáticas que representan los distintos elementos que ejercen algún tipo de esfuerzos sobre la estructura.
- Se realizó un mallado de la estructura del tipo automático, ya que el software selecciona automáticamente este tipo de mallado para la estructura diseñada.
- Se procede a realizar la simulación.

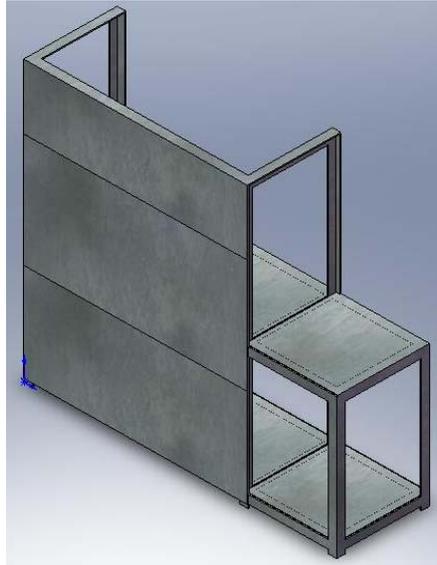


Fig n° 5.22. Estructura base del banco de pruebas. Fuente: Los Autores

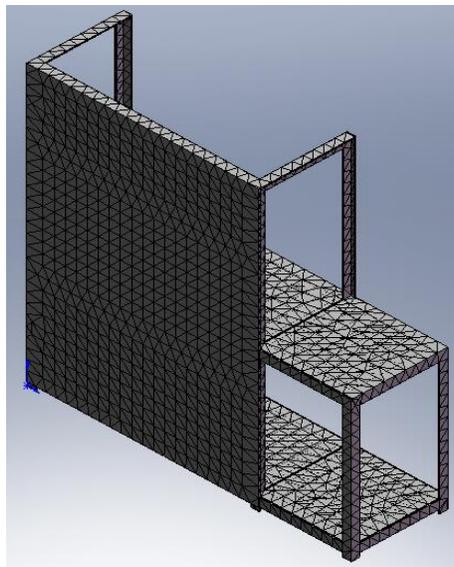


Fig n° 5.23. Vista isométrica del mallado automático de la estructura base del banco de pruebas. Fuente: Los Autores

NOTA: Al realizar la simulación, se realizaron los tres mallados que permite el programa, para verificar la precisión del estudio, es decir, se realizó un mallado del tipo p, un mallado del tipo h y un mallado automático.

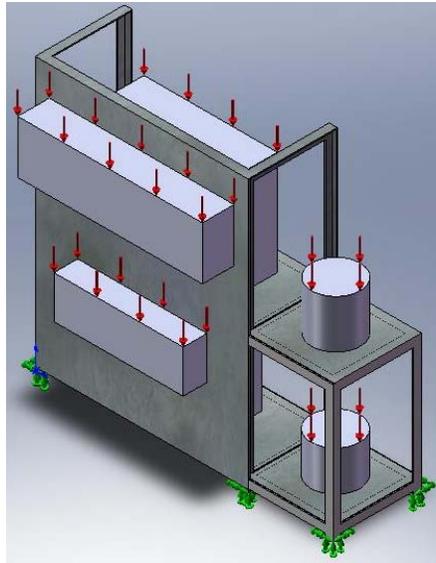


Fig n° 5.24. Vista isométrica de la simulación de cargas en la estructura base del banco de pruebas. Fuente: Los Autores

Luego de realizar la simulación en el software anteriormente mencionado, se obtienen los siguientes resultados según el tipo de malla:

- Mallado automático:

$$\sigma_{VM} = 1,357e^6 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

- Mallado tipo P:

$$\sigma_{VM} = 2,545e^6 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

- Modelo tipo H:

$$\sigma_{VM} = 2,249e^6 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

Podemos observar que en ninguno de los casos el valor del esfuerzo de Von Mises, se acerca al límite de fluencia del material, ya que el mismo es:

$$\sigma_y = 2,5e^8 \left[\frac{N}{m^2} \right]$$

Por lo tanto podemos concluir que la estructura diseñada no fallará según la teoría de la máxima energía de distorsión.

Es importante comentar que no es necesario realizar un análisis de cargas dinámicas a la estructura, ya que las cargas dinámicas que se presentan son mínimas, esto se debe a que la carga que se genera como consecuencia de las vibraciones por los compresores se reduce por la colocación de gomas anti-vibratorias. También cabe destacar que no es necesario realizar un análisis de la influencia de las cargas térmicas sobre la estructura ya que según el Handbook de propiedades mecánicas del acero y sus aleaciones ferrosas, las propiedades mecánicas del acero no se ven afectadas a menos que sean sometidos a temperaturas sobre los 250° C.

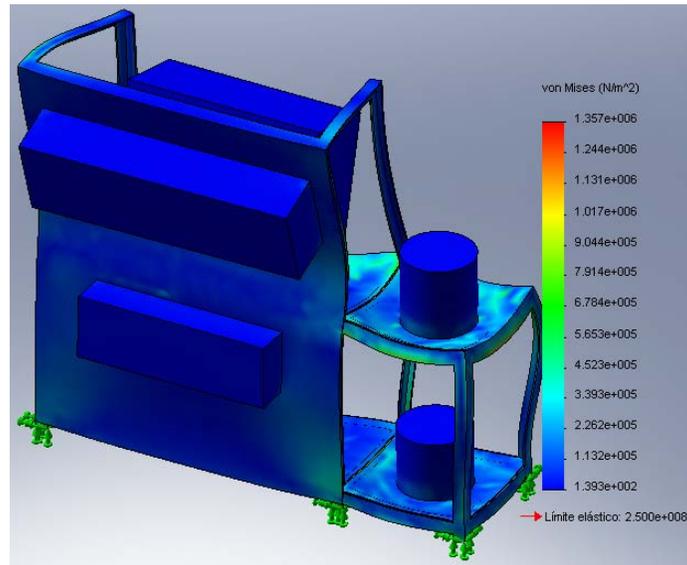


Fig n° 5.25 .Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado automático). Fuente: Los Autores

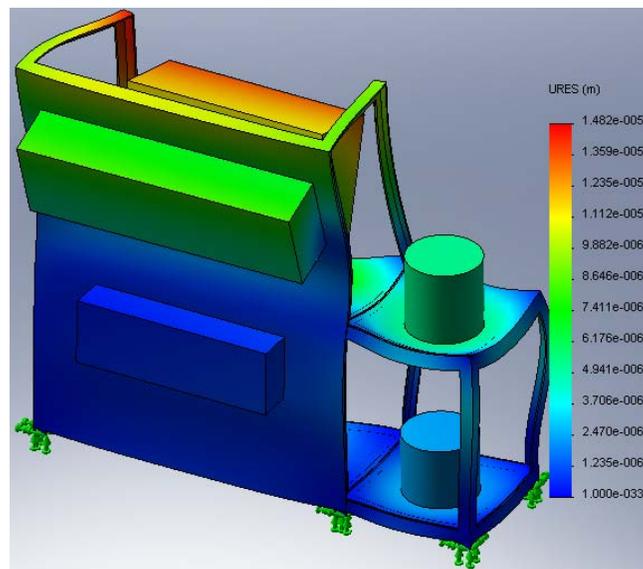


Fig n° 5.26. Simulación gráfica representativa de los desplazamientos en el banco de pruebas (Mallado Automático). Fuente: Los Autores

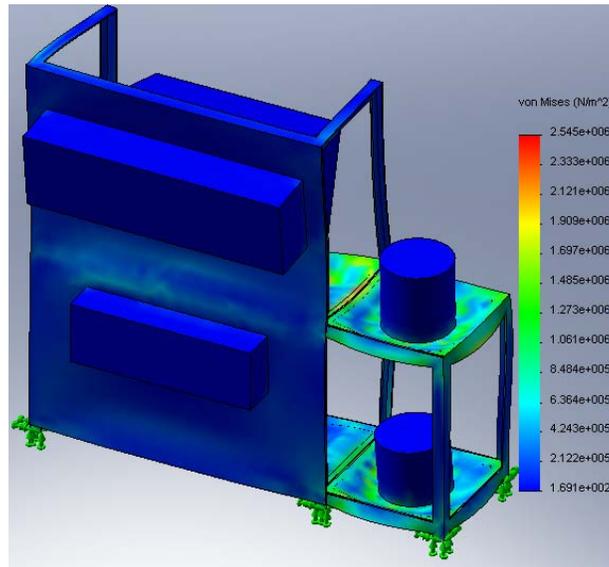


Fig n° 5.27 .Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado tipo P). Fuente: Los Autores

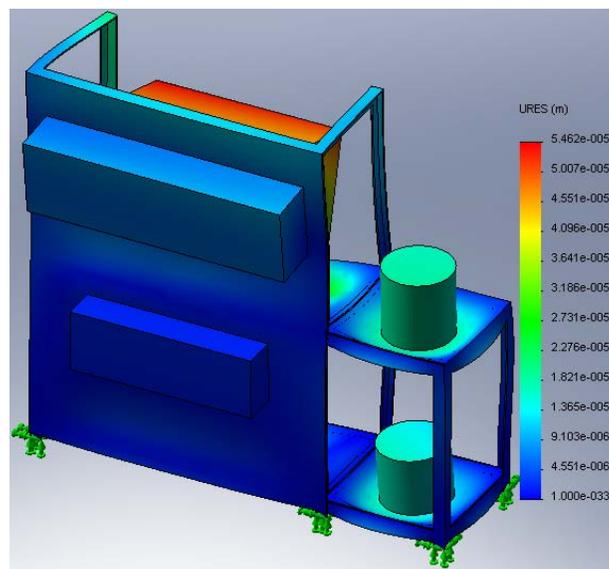


Fig n° 5.28. Simulación gráfica representativa de los desplazamientos en el banco de pruebas (Mallado Tipo P). Fuente: Los Autores

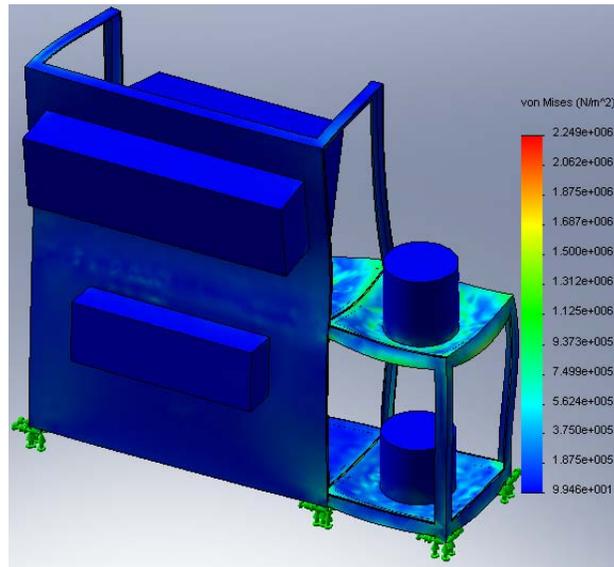


Fig n° 5.29 .Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado tipo H). Fuente: Los Autores

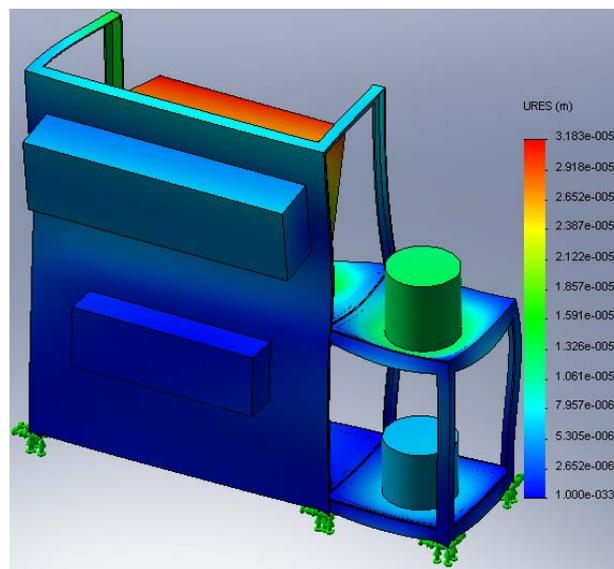


Fig n° 5.30 .Simulación gráfica representativa de los esfuerzos de Von Mises en la estructura (Mallado tipo H). Fuente: Los Autores

5.2.8 Adquisición de datos

El diseño del banco de pruebas esta dotado con un sistema para la adquisición de datos en ocho (8) puntos de cada uno de los ciclos, teniendo en cuenta que se toman datos de presión y temperatura en cada uno de estos puntos, esto con la intención de observar los valores de presión y temperatura del fluido refrigerante a la entrada y la salida de los componentes principales del ciclo.

Para realizar esta adquisición de datos se manejaron dos alternativas recomendadas de compañías que trabajan con este tipo de tecnologías. Cuyas ventajas comparativas se presentan a continuación.

Tabla n° 5.10. Ventajas comparativas de los sistemas de adquisición de datos recomendados. Fuente: Los Autores.

Compañía	Ventajas
National Instruments	<ul style="list-style-type: none">• Muy buena información técnica disponible en línea.• Excelente soporte técnico.• Facilidad de programación para personas con poco conocimiento de lenguajes de programación.• Capaz de trabajar con diferentes sistemas operativos. Tales como Windows, Linux o MAC.
Schneider Electric	<ul style="list-style-type: none">• Equipos muy versátiles.• Menor inversión de capital.

Luego de evaluar las diferentes alternativas, se tomó la decisión de utilizar el sistema que provee “National Instruments”, la cual a pesar de ser una alternativa que una inversión un tanto mayor, presenta unas ventajas considerables, sobretodo cabe mencionar que ofrecen un servicio técnico destacable, donde se obtuvo todo el asesoramiento necesario para conocer los productos que se ajustaban a nuestras necesidades.

El sistema de adquisición de datos que se le colocará al banco de pruebas consiste en una tarjeta de adquisición de datos, la cual se instala en un computador a través del puerto ethernet o del puerto serial. En esta tarjeta de adquisición de datos, se conectan módulos de entradas analógicas con sus respectivos bloques conectores, en los cuales, a su vez, se conectan los dispositivos de medición (termocuplas y galgas extensiométricas) para obtener datos de presión y temperatura a lo largo del ciclo.

Los equipos seleccionados para realizar la adquisición de datos y sus funciones, son los siguientes:

1. La tarjeta de adquisición de datos seleccionada es el modelo NI cFP-1804, el cual presenta Cuatro (4) slots disponibles para conectar módulos de adquisición.



Fig n° 5.31. Tarjeta de adquisición de datos, modelo cFP-1804. Fuente: Internet [5.8]

2. Se conectarán dos (2) módulos de entrada de termopares de ocho (8) canales cada uno del modelo NI cFP-TC-120, el cual posee ocho (8) entradas diferenciales para medición de temperatura.

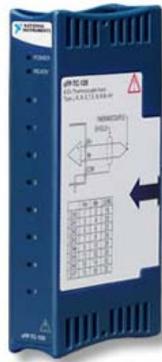


Fig n° 5.32. Módulos de entrada de termocuplas, modelo cFP-TC-120. Fuente: Internet [5.9]

3. Para cada uno de estos módulos es necesario instalar un bloque conector, el recomendado para este modelo es el NI cFP-CB-3, este bloque conector permite cablear señales fácilmente y proporciona una manera conveniente de conectar las señales de termopares.



Fig n° 5.33. Bloque conector, modelo cFP-CB-3. Fuente: Internet [5.10]

4. Se conectarán dos (2) módulos de entrada de termopares de ocho (8) canales cada uno del modelo NI cFP-SG-140, el cual posee ocho (8) entradas diferenciales para medición de presión a través de galgas extensiométricas.

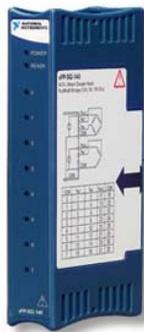


Fig n° 5.34. Módulos de entrada de galgas extensiométricas, modelo cFP-SG-140. Fuente: Internet [5.11]

5. Para cada uno de estos módulos es necesario instalar un bloque conector, el recomendado para este modelo es el NI cFP-CB-1, este bloque cumple la misma función que el mencionado anteriormente. Solo que es utilizado para galgas extensiométricas.



Fig n° 5.35. Bloque conector modelo NI cFP-CB-1. Fuente: Internet [5.12]

6. Se seleccionaron paquetes individuales de termocupla tipo T (Cobre-Constantan 0°-260°C), de 2 m. de longitud para cablear y asegurar las instalaciones en el banco de prueba, desde los módulos hasta las tuberías. Este tipo de termocupla es comercializada también por “National Instruments”. Estas termocuplas estarán en contacto con el fluido refrigerante a través de un orificio



Fig n° 5.36 . Termocupla Tipo T. Fuente: Internet [5.13]

7. Se seleccionaron galgas extensiométricas de la serie 19C fabricadas por la compañía “Sensor Technics”. Los dispositivos de la serie 19C son transductores rugosos y confiables para el uso en un amplio rango de presiones. Específicamente la galga a utilizar es el modelo 19C500P (A,G) el cual tiene unos límites de presión de 0 a 500 psi y puede ser conectado por soldadura.



Fig n° 5.37. Galgas extensiométricos de la serie 19C de Sensor Technics. Fuente: Internet [5.14]

Para tener una estimación del consumo eléctrico, el banco de pruebas será dotado de un contador de potencia, con el cual se podrá visualizar el consumo eléctrico del equipo en kilowatts.

Este contador de potencia será de tipo de motor, dotado de un rotor exento de bobina en forma de un disco sencillo de aluminio dispuesto en el campo alterno de dos electroimanes.

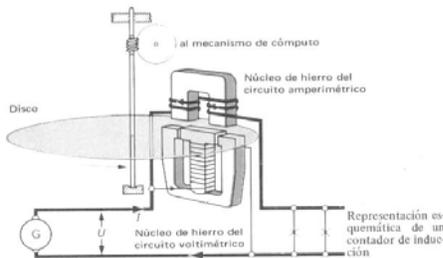


Fig n° 5.38. Esquema general de un contador de potencia. Fuente: Internet [5.15]



Fig n° 5.39. Medidor común de consumo eléctrico. Fuente: Los Autores.

El contador de potencia se conecta haciendo un circuito en paralelo a la conexión eléctrica del banco de prueba. Se puede conectar al circuito directamente o a través de transformadores de medida.

CAPITULO VI: CÓMPUTOS MÉTRICOS Y GUÍA DE INSTALACIÓN

6.1 CÓMPUTOS MÉTRICOS

Item	Descripción	Marca	Modelo	Unidad	Cantidad
1	Compresor recíprocante	Danfoss	MT018-1	Pza	1
2	Compresor recíprocante	Danfoss	MT028-1	Pza	1
3	Unidad Evaporadora	Peake	PHW-G012	Pza	1
4	Unidad Evaporadora	Peake	PHW-G024	Pza	1
5	Unidad Condensadora S/compresor	Peake	PCU-012b216-STD	Pza	1
6	Unidad Condensadora S/compresor	Peake	PCU-024b216-STD	Pza	1
7	Filtro Secador	Danfoss	DCL 033s	Pza	2
8	Visor de vidrio	Danfoss	SGN 10	Pza	4
9	Visor de vidrio	Danfoss	SGN 12	Pza	2
10	Visor de vidrio	Danfoss	SGN 16	Pza	2
11	Acumulador de succión	Emerson	A-AS 3 84	Pza	1
12	Acumulador de succión	Emerson	A-AS 3 105	Pza	1

Capítulo VI: Cómputos métricos y guía de instalación

13	Gomas antivibratorias	Cobra	-	Pza	6
14	Perfiles tipo "L" de acero ASTM A-36. (Perfiles de 12 m long.)	-	-	mL	24
15	Láminas de acero ASTM A-36 de 5 mm de espesor. (1,20 m x1,80 m)	-	-	m ²	6,5
16	Tubería de cobre tipo "K", Ø 3/8"	-	-	mL	5
17	Tubería de cobre tipo "K", Ø 1/2"	-	-	mL	3,5
18	Tubería de cobre tipo "K", Ø 5/8"	-	-	mL	3,5
19	Codos de cobre Ø 3/8" x 90°	-	-	Pza	6
20	Codos de cobre Ø 1/2" x 90°	-	-	Pza	14
21	Codos de cobre Ø 5/8" x 90°	-	-	Pza	14
22	Aislante tipo Armaflex, Ø 1/2"	-	-	mL	1,5
23	Aislante tipo Armaflex, Ø 5/8"	-	-	mL	1,5
24	Tarjeta de Adquisición de datos	NI	NI cFP-1808	Pza	1
25	Módulo de entrada de termopares	NI	NI cFP-TC-120	Pza	1

26	Bloque conector del módulo de termopares	NI	NI cFP-CB-3	Pza	1
27	Módulo de entrada de galgas extensiométricas	NI	NI cFP-SG-140	Pza	1
28	Bloque conector del módulo de galgas extensiométricas	NI	NI cFP-CB-1	Pza	1
29	Termocuplas Tipo "T", RMT	NI	745690-T002	Pza	32
30	Galgas extensiométricas	Sensor Technics	Serie 19C	Pza	32
31	Medidor de consumo eléctrico	-	-	Pza	1
32	Pintura de fondo color negro, 1/4 Galón	-	-	Pza	1
33	Tubería PVC, Ø 3/4"	-	-	mL	4
34	Codos PVC, Ø 3/4" x 90°	-	-	Pza	14
35	Manguera flexible transparente, Ø 3/4"	-	-	mL	0,3
36	Conexión de rosca a pega, Ø 3/4"	-	-	Pza.	2

6.2 GUÍA DE INSTALACIÓN

Luego de haber realizado el diseño del equipo y de tener definido los cómputos métricos necesarios para su construcción, se definen una serie de pasos para la futura construcción del banco de pruebas.

➤ Fabricación de la estructura:

Para construir la estructura serán necesarios cortar los perfiles tipo “L” de la siguiente manera:

- a) Ocho (8) perfiles de 0,55 m
- b) Cuatro (4) perfiles de 1,85 m
- c) Cuatro (4) perfiles de 1,70 m
- d) Un (1) perfil de 1,30 m

Además en necesario cortar las láminas de acero de 5 mm de espesor en tramos de la siguiente manera:

- a) Para el panel frontal, una lámina de 1,20 x 1,30 m y otra de 0,50 x 1,30 m.
- b) Para la base de los compresores, dos (2) láminas de 0,55 x 0,55 m
- c) Para la base de los condensadores, dos (2) láminas de 0,55 x 1,30 m

Luego de tener todas las piezas necesarias se procederá a unir las mediante soldadura. Para finalmente colocarle una o dos capas de pintura de fondo según sea necesario.

➤ Montaje de equipos:

Luego de finalizar la construcción de la estructura, se procederá a realizar el montaje de los equipos, para el montaje de los compresores solo debe recordarse la colocación de las gomas en la estructura, mientras que las unidades condensadoras deben colocarse simplemente apoyadas sobre la estructura. Para la colocación de las evaporadoras se debe taladrar la estructura, ya que las mismas deben unirse mediante el uso de tornillos.

➤ Montaje de líneas de refrigerante.

Al tener ubicados los equipos se procede a cortar las tuberías de cobre, para luego hacer las conexiones correspondientes a cada uno de los componentes del ciclo, en este momento se deben ubicar todos los accesorios que se van a instalar, es decir, acumulador de succión, visores de líquido y filtros secadores. Las conexiones de las tuberías de cobre son soldadas, por ello se agrega una guía de recomendaciones para soldadura de tubería de cobre.

➤ Conexiones eléctricas y de control:

Al tener los equipos interconectados, se realizarán las conexiones eléctricas necesarias, según se indican en los catálogos de los equipos adquiridos (Ver apéndice xx). Luego se procederá a conectar el termostato que trae consigo incorporado el evaporador con su compresor y condensador respectivo, para de esta forma, poder controlar el encendido y apagado de los equipos.

➤ Adquisición de datos:

La instalación del sistema de adquisición de datos, se realizará luego de tener el sistema totalmente conectado, ya que las galgas extensiométricas y las termocuplas, se colocarán insertándolas en la tubería, o mediante la fabricación de termo pozos en el caso de las termocuplas. Los detalles de instalación del sistema son proporcionados por el fabricante al momento de la compra, así como su programación.

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

Se realizó una investigación de las diversas alternativas de ahorro energético en sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración que se manejan a nivel mundial. Al realizar esta investigación observamos que una de las alternativas más importantes para disminuir considerablemente el consumo eléctrico es que los equipos de acondicionamiento de aire se adapten a la carga térmica existente en un recinto. De esta forma se logró diseñar un banco de pruebas que pudiese adaptarse a esta condición utilizando tanto equipos disponibles en el mercado nacional, como una cantidad de equipos disponibles en el laboratorio.

Mediante el uso de una metodología que consistió en: determinar requisitos de diseño, realizar tormentas de ideas, matrices de selección para la evaluación de los diseños tentativos y una selección de la alternativa más apropiada, se logró seleccionar una alternativa de diseño, la cual fue totalmente desarrollada hasta obtener un proyecto fiable.

La alternativa de diseño seleccionada consiste en disponer de manera independiente, dos ciclos de refrigeración, los cuales alternen su funcionamiento según la carga de enfriamiento necesaria en el recinto, esto con el fin de reducir los costos de energía eléctrica que consume el sistema, llegando a cubrir sólo los requisitos del ambiente refrigerado. Uno de los aspectos de mayor importancia de este diseño, es la capacidad de demostrar la influencia de la carga térmica en el consumo eléctrico de un sistema de acondicionamiento de aire, además de fomentar el desarrollo de profesionales en el campo de la ingeniería mecánica, ya que permite fortalecer una gran cantidad de conocimientos que se adquieren a lo largo de la carrera, ya que en el banco diseñado, se pueden realizar una variedad de prácticas de laboratorio que involucran asignaturas como termodinámica, transferencia de calor, aire acondicionado, instrumentación y diseño.

Al obtener un diseño final, se hizo énfasis en el diseño de la estructura en la cual se colocarían los diferentes equipos que componen el banco, hasta el punto de realizar un análisis de fallas por cargas estáticas. Esto se logró mediante la elaboración de la estructura en un programa de dibujo asistido por computadora, para posteriormente, utilizando otra herramienta del software que basa sus cálculos en el método de los elementos finitos, simular las cargas que influyen en dicha estructura y los esfuerzos que en ella se generan. Al realizar esta prueba, se determinó que los materiales seleccionados y la distribución de componentes, son adecuados para la construcción de la estructura.

Por último se realizó una investigación, que se basó principalmente en la entrevista a expertos, para dotar al banco de pruebas con un sistema de adquisición de datos, el cual permite verificar presiones y temperaturas en los principales puntos del ciclo, es decir, a la entrada y la salida de los componentes principales del sistema. Este punto fue tomado en cuenta, ya que otorga un valor agregado al banco de pruebas al permitir verificar los datos que se obtienen teóricamente en un ciclo de refrigeración, así como también permite demostrar las diferencias entre la idealidad y la realidad en los procesos que en este se llevan a cabo.

CONCLUSIONES

- Fueron estudiadas diversas tecnologías desarrolladas en el campo del ahorro energético en sistemas de acondicionamiento de aire y refrigeración. Podemos concluir que la alternativa más importante y el principal frente de ataque de las grandes compañías a nivel mundial es que la capacidad de los equipos se adapte a la carga de enfriamiento requerida en el espacio a acondicionar, siendo la tecnología “Inverter”, los sistemas con control de flujo de refrigerante las alternativas mejor posicionadas a nivel mundial.

- La selección de componentes en un ciclo de refrigeración es crítica al diseñar un equipo de acondicionamiento de aire, es por ello que el seguimiento de las normas ARI (Air Conditioning and Refrigeration Institute) y ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) cumplen un rol fundamental como punto de partida en el diseño.
- El estudio de todos los procesos que se llevan a cabo en el ciclo de refrigeración, es vital para la selección apropiada de componentes; ya que al realizarlos, se garantiza que los equipos que se seleccionaron pueden funcionar de manera adecuada y bajo unas condiciones de operación apropiadas.
- Se comprobó que es necesario que la unidad condensadora pueda rechazar aproximadamente un 30% más del calor que absorbe el refrigerante en la unidad evaporadora. Aunque podemos afirmar que esta es una medida aproximada, más no exacta, ya que este incremento de capacidad de la unidad condensadora dependerá de la cantidad de calor que se le aporte al fluido refrigerante como resultado de la compresión.
- El buen funcionamiento del sistema en general dependerá en buena medida del funcionamiento del compresor y de su eficiencia isentrópica, es decir, de las irreversibilidades que ocurran en el proceso de compresión, ya que de disminuir la eficiencia isentrópica del compresor se produciría como consecuencia un aumento en el calor de compresión, hasta un punto en el que el mismo no podrá ser rechazado en la unidad condensadora, lo que se traduciría en una disminución importante de la capacidad del sistema.

Síntesis y conclusiones

- El diseño desarrollado funcionará de forma sobresaliente en recintos en los cuales las cargas de enfriamiento requeridas no sean constantes, así como también en aquellos cuya carga pico de diseño no sea constantemente requerida.
- La instalación de un sistema de adquisición de datos le otorga un valor agregado al banco de pruebas, ya que el mismo resultará mucho más didáctico. Poseer datos en tiempo real de las variables a medir, facilitará la creación de diversas prácticas de laboratorio, así como también favorecerá la comprensión de los procesos que se llevan a cabo a lo largo del ciclo de refrigeración.

RECOMENDACIONES

- Antes de llevar a cabo los diferentes proyectos que se están desarrollando para la modernización del laboratorio de termodinámica, es necesario acondicionar el mismo, es decir, se debería llevar a cabo un proceso de limpieza y restauración del laboratorio en si.
- El sistema de refrigeración por compresión de vapor es hoy por hoy, uno de los sistemas de refrigeración más utilizados, sin embargo, sería de gran utilidad que se construyeran otro tipo de simuladores para la enseñanza práctica del funcionamiento de diferentes sistemas. Por ejemplo, se podría instalar un sistema de refrigeración por absorción, cuya importancia radica en el hecho de que sus costos de operación son relativamente más bajos que los del sistema de expansión y está siendo utilizado de nuevo a nivel mundial.
- Diseñar más prácticas de laboratorio que se puedan llevar a cabo en el banco de pruebas, ya que a través del mismo se puede profundizar en temas como el acondicionamiento de aire, la termodinámica, la instrumentación o la transferencia de calor.
- Diseñar los serpentines de los evaporadores y condensadores garantizando el mayor sobrecalentamiento y subenfriamiento posible. De esta manera se podrá maximizar el coeficiente de operación del ciclo.
- Conectar una serie de compresores de distintos tipos (scroll, rotativo) y comprobar con cual de ellos se obtiene una misma capacidad de refrigeración con una menor potencia de entrada.

Recomendaciones

- Evaluar la incorporación de una válvula termostática en el ciclo de 12000 Btu/h para que cuando la carga térmica sea mínima y este en funcionamiento el ciclo de 12000 Btu/h, entre en funcionamiento esta válvula, la cual puede regular el flujo de refrigerante para que no sea necesario que el equipo trabaje al 100% de su capacidad.
- Evaluar la posible incorporación de un compresor que funcione con tecnología Inverter y diseñar un sistema de acondicionamiento de aire que funcione con este compresor, para de esta manera poder evaluar desde el punto de vista experimental, las diferencias entre un sistema de este tipo y uno convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros, Tesis, Monografías:

Air Conditioning and Refrigeration Institute (ARI), (1989). Manual de refrigeración y aire acondicionado. Prentice – Hall Hispanoamericana. México

ASHRAE (1997) HVAC Fundamentals Handbook.

ASHRAE (2000) HVAC System and Equipment.

ASHRAE HVAC Terminology.

Cengel, Y, Boles, M. (2004). *Termodinámica* (4ªed). México: McGrawHill.

Cohen, M. (1999) Apuntes de Aire Acondicionado. 10ma ed. Caracas.

COVENIN, Norma N2250.90. Ventilación de los lugares de trabajo.
FONDONORMA

Gana, S, Villegas, A. (1995). *Diseño y Constructucción de un Equipo de Aire Acondicionamiento para Entrenamiento y Simulación de Fallas en la Empresa INSMACA*. Trabajo Especial de Grado presentado ante la Universidad Central de Venezuela, Escuela de Ingeniería Mecánica, Caracas, Venezuela.

Howell, J, Buckius, R. (1990). Principios de Termodinámica para Ingenieros.

Referencias Bibliográficas

México: McGrawHill.

Pita, E. (2003). *Acondicionamiento de Aire* (2ªed). México: CECSA.

Pita, E. (1998). *Principios y Sistema de Refrigeración*. México: Editorial LIMUSA

Stoecker, W. (1977). *Refrigeración y Acondicionamiento de Aire*. México: McGrawHill.

Van Wylen, G, Sonntag, R, Borgnakke, C. (2003). *Fundamentos de Termodinámica* (2ªed). México: LIMUSA

Artículos, Informes, Catálogos:

LG MPS VARIABLE. Catálogo de equipos.

Sistema MPS (2007). Manual e instructivo.

Estandares y Normas:

ARI (2004) 540 Standard

Referencias en Internet:

Bideco. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.bideco.com.mx/>
Consultado [2007, Octubre, 24]

Referencias Bibliográficas

Danfoss España. [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.danfoss.com/spain> Consultado [2007, Septiembre, 15]

Emerson Climate Technologies. [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.emersonclimatemexico.com/home.html> Consultado [2007,
Octubre, 7]

Fernández, D. (2002). *Apuntes acerca de ventiladores* [Libro en línea].
Disponible en:
[http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/Compresores/PDFs/6-
VENTILADORES.pdf](http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/Compresores/PDFs/6-VENTILADORES.pdf) Consultado [2007, Agosto, 8]

Fernández, D. (2002). *Apuntes acerca de Sistemas Térmicos* [Libro en
línea]. Disponible en:
[http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/Termodinamica/PDFs/Capitu
lo1.pdf](http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/Termodinamica/PDFs/Capitulo1.pdf) Consultado [2007, Agosto, 8]

Fernández, D. (2002). *Apuntes acerca de Aire Acondicionado* [Libro en línea].
Disponible en:
[http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/Termodinamica/PDFs/Capitu
lo17.pdf](http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/Termodinamica/PDFs/Capitulo17.pdf) Consultado [2007, Agosto, 8]

Medina, R, Salas, M, Luco, R. *Análisis de Estructuras Navales Mediante el
Método de Elementos Finitos* [Tesis en línea]. Disponible en:
[http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-
025X2005000100004&lng=es&nrm=iso](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-025X2005000100004&lng=es&nrm=iso) Consultado [2007, Noviembre, 5]

Referencias Bibliográficas

National Instrument (2007). [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.ni.com/> Consultado [2007, Octubre, 23]

Peake Industries Limited (2005). [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.peakeind.com/docs/home.htm> Consultado [2007, Agosto, 30]

Schneider. [Página web en línea]. Disponible en: <http://www.schneider-electric.com.ve/> Consultado [2007, Octubre, 23]

Sensortechincs. (2007). [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.sensortechincs.com/> Consultado [2007, Octubre, 25]

Siderúrgica del Turbio S.A. [Página web en línea]. Disponible en:
<http://www.sidetur.com.ve/productos/angulos.asp> Consultado [2007, Octubre, 30]

Wikipedia La Enciclopedia Libre (2007). [Página web en línea]. Disponible en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/Portada> Consultado [2007, Agosto, 15]

Referencias de Imágenes en Internet:

[2.1] Disponible en: <http://personales.ya.com/universal/TermoWeb/index.html>
Consultado [2007, Agosto, 8]

[2.2] Disponible en: <http://es.lge.com/index.jhtml> Consultado [2007, Octubre, 15]

[2.3] Disponible en: <http://www.engineeringtoolbox.com/> Consultado [2007, Octubre, 17]

Referencias Bibliográficas

- [2.4] Disponible en: <http://www.danfoss.com/Spain> Consultado [2007, Septiembre, 15]
- [2.5] Disponible en: <http://www.danfoss.com/Spain> Consultado [2007, Septiembre, 15]
- [2.6] Disponible en:
http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-025X2005000100004&lng=es&nrm Consultado [2007, Octubre, 13]
- [2.7] Disponible en: <http://www.ni.com/signalconditioning/esa/> Consultado [2007, Octubre, 23]
- [2.8] Disponible en: <http://www.ni.com/signalconditioning/esa/> Consultado [2007, Octubre, 23]
- [4.1] Disponible en: http://www.gunt.de/static/s22_3.php?p1=&p2=&pN= Consultado [2007, Agosto, 28]
- [4.2] Disponible en: http://www.gunt.de/static/s22_3.php?p1=&p2=&pN= Consultado [2007, Agosto, 28]
- [4.3] Disponible en: <http://www.permafrostonline.com/technology/how-does-it-work.php> Consultado [2007, Octubre, 3]
- [5.1] Disponible en: <http://www.peakeind.com/docs/home.htm> Consultado [2007, Agosto, 30]
- [5.2] Disponible en: <http://www.peakeind.com/docs/home.htm> Consultado [2007, Agosto, 30]
- [5.3] Disponible en: <http://www.peakeind.com/docs/home.htm> Consultado [2007, Agosto, 30]
- [5.4] Disponible en: <http://www.armacell.com/> Consultado [2007, Noviembre, 1]
- [5.5] Disponible en: <http://www.danfoss.com/Spain> Consultado [2007, Septiembre, 15]
- [5.6] Disponible en: <http://www.danfoss.com/Spain> Consultado [2007, Septiembre, 15]

Referencias Bibliográficas

- [5.7] Disponible en: <http://www.emersonclimate.com> Consultado [2007, Octubre, 20]
- [5.8] Disponible en: <http://www.ni.com/> Consultado [2007, Noviembre, 1]
- [5.9] Disponible en: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/11580>
Consultado [2007, Noviembre, 1]
- [5.10] Disponible en: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/11580>
Consultado [2007, Noviembre, 1]
- [5.11] Disponible en: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/11590>
Consultado [2007, Noviembre, 1]
- [5.12] Disponible en: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/11590>
Consultado [2007, Noviembre, 3]
- [5.13] Disponible en: <http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/es/nid/10490>
Consultado [2007, Noviembre, 7]
- [5.14] Disponible en:
<http://www.sensortechncs.com/index.php?fid=300&fpar=YToxOntzOjQ6InBjaWQiO3M6MjoiNTQiO30%3D&isSSL=0&aps=0&blub=85fb9f6b53561785b4f182119873683b>
Consultado [2007, Noviembre, 2]
- [5.15] Disponible en: <http://www.uncu.edu.ar/contenido/>
Consultado [2007, Noviembre, 5]

APÉNDICES

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Termodinámica

Nombre: _____
C.I.: _____
Prep(a): _____

CICLOS DE REFRIGERACIÓN

Parte I:

Propósito:

Durante el desarrollo de esta práctica el alumno será capaz de desarrollar conocimientos relacionados a los ciclos de refrigeración; operación, equipos y procesos de funcionamiento del mismo.

Objetivo:

- Hacer el estudio de la primera ley de la termodinámica aplicada a los ciclos de refrigeración, tanto ideales como reales.

Objetivos Específicos:

- Identificar los equipos que conforman un ciclo de refrigeración e indicar las características y elementos.
- Realizar mediciones, tanto de presión como de temperatura para cada punto del sistema y graficar el diagrama P-H que describa el ciclo real.
- Determinar el flujo másico del refrigerante.
- Calcular el trabajo y potencia requerida por los compresores, por medio de la utilización de la primera ley de la termodinámica.

- Calcular la eficiencia isentrópica de los compresores.
- Calcular el flujo de calor transmitido por los evaporadores y condensadores utilizando la primera ley de la termodinámica.

Parte II: PRELABORATORIO:

- Antes de entrar a la práctica, el alumno debe estar en la capacidad de dominar los siguientes aspectos: Definición de Ciclos de Refrigeración, Tipos de Ciclos, Primera Ley aplicada a un volumen de Control (Ciclo un refrigeración) Diagrama P-H.

Parte III: LABORATORIO:

[1] Descripción de los materiales y equipos:

Dibujo de Equipos del Ciclo de Refrigeración	Funcionamiento

Accesorios	Funcionamiento

[2] Toma de Datos

[2.1] Datos obtenidos de la práctica

Punto de medición en el ciclo de refrigeración	Temperatura [°C]	Presión [Mpa]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

[3] Formulación al Detalle y Cálculos tipos.

En esta sección se deben especificar las fórmulas empleadas en los cálculos, así como también un cálculo tipo de cada uno.

[4] Resultados

[4.1] Tabla de Resultados

[4.2] Gráficas

[5] Análisis de Resultados

[6] Conclusiones

[7] Recomendaciones

Universidad Central de Venezuela
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica
Laboratorio de Termodinámica

Nombre: _____
C.I.: _____
Prep(a): _____

AHORRO ENERGÉTICO EN SISTEMAS DE ACONDICIONAMIENTO DE
AIRE

Parte I:

Propósito:

Durante el desarrollo de esta práctica el alumno será capaz de desarrollar conocimientos relacionados al consumo energético de los sistemas de acondicionamiento de aire y la forma en que pueden reducirse estos consumos, Además de conocer la manera en que se deben calcular las cargas de enfriamiento para un recinto.

Objetivo:

- Hacer un estudio del ahorro energético en sistemas de aire acondicionado de distintas capacidades de refrigeración (12000 Btu/hr y 24000 Btu/hr).

Objetivos Específicos:

- Calcular las cargas de enfriamiento del laboratorio.
- Hacer las mediciones de potencia en la línea de corriente con un medidor de consumo eléctrico.

- Calcular el consumo eléctrico para cada uno de los sistemas y para el funcionamiento de ambos sistemas encendidos.
- Hacer una gráfica donde se exprese el Consumo eléctrico Vs. tiempo para cada uno de los ciclos y hacer un análisis de ahorro energético.
- Determinar costos energéticos en función a la potencia eléctrica medida.

Parte II: PRELABORATORIO:

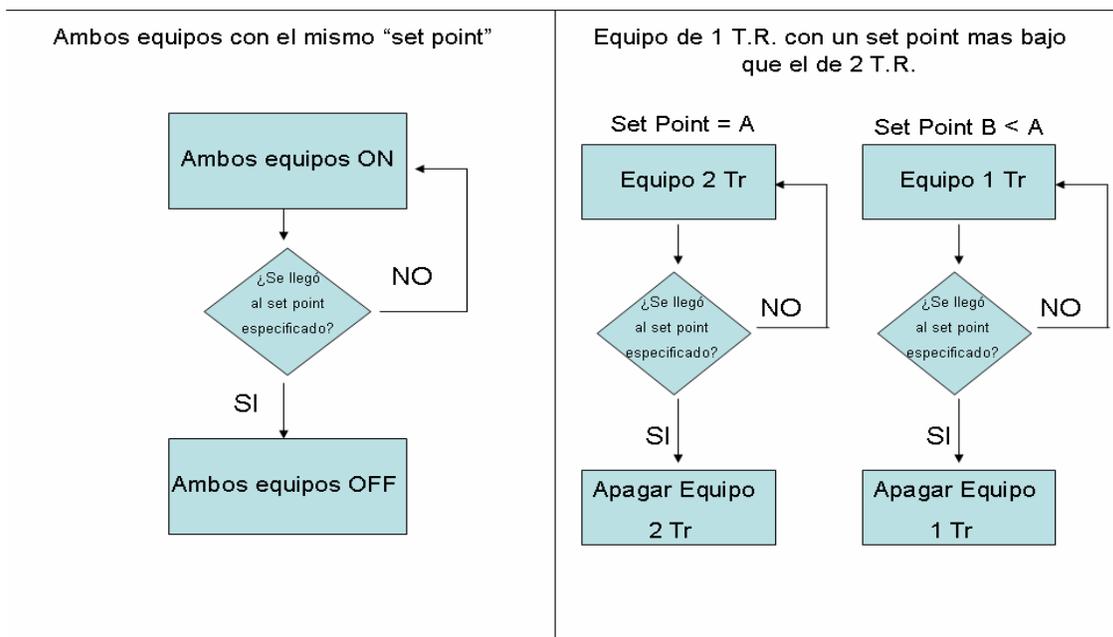
- Antes de entrar a la práctica, el alumno debe estar en la capacidad de dominar los siguientes aspectos: Cargas de enfriamiento, Ganancia de calor en recintos, Capacidad de los ciclos de refrigeración, Potencia eléctrica, Costos energéticos.

Parte III: LABORATORIO:

[1] Desarrollo de la práctica:

El banco de pruebas funcionará bajo el siguiente esquema de operación:

Esquema general de funcionamiento del banco de pruebas



La idea de colocar dos equipos de capacidades de refrigeración distintas es que se coloca un “set point” diferente a cada equipo, lo que haría que ambos trabajaran a su máxima capacidad hasta llevar la temperatura del entorno al “set point” que se coloque mas alto, para luego, matener en funcionamiento el segundo equipo. En este punto se presentan varias alternativas:

- Si la carga térmica del laboratorio es tal que puede ser manejada por el equipo de 12000 Btu/h, este permanecerá encendido hasta llegar al “set point” que se le coloque, en este momento dicho equipo alternaría su encendido y apagado, sin necesidad de utilizar el equipo de 24000 Btu/h. lo que se traducirá en un ahorro energético.
- Si la carga térmica es muy elevada como para que el equipo de 12000 Btu/h pueda manejarla, este se encargará de alargar los tiempos de encendido del equipo de 24000 Btu/h, lo que se traducirá en un ahorro energético.

[2] Toma de Datos

[2.1] Datos obtenidos de la práctica

Inicialmente, se tomarán las medidas del laboratorio y se harán los cálculos de cargas de enfriamiento, para saber el requerimiento y el por qué de los equipos instalados.

A medida que el equipo comience su funcionamiento, se irán anotando los valores de potencia [Kwh] que indique el medidor de consumo eléctrico. Estas mediciones se harán en intervalos de 1 min. y se tomarán en cuenta según el sistema de acondicionamiento de aire que este encendido.

Averiguar el costo para 1 Kwh de potencia eléctrica.

[4] Resultados

[4.1] Tabla de Resultados

[4.2] Gráficas

[5] Análisis de Resultados

[6] Conclusiones

[7] Recomendaciones

Además de estas dos prácticas de laboratorio se pueden desarrollar otras propuestas en otros campos de investigación:

- PSICROMETRÍA

Objetivo:

- Verificar la humedad relativa y la humedad absoluta del aire suministrado por el banco de prueba en el aire circundante en el laboratorio por medio de la utilización de un Trisense.

- TRANSFERENCIA DE CALOR

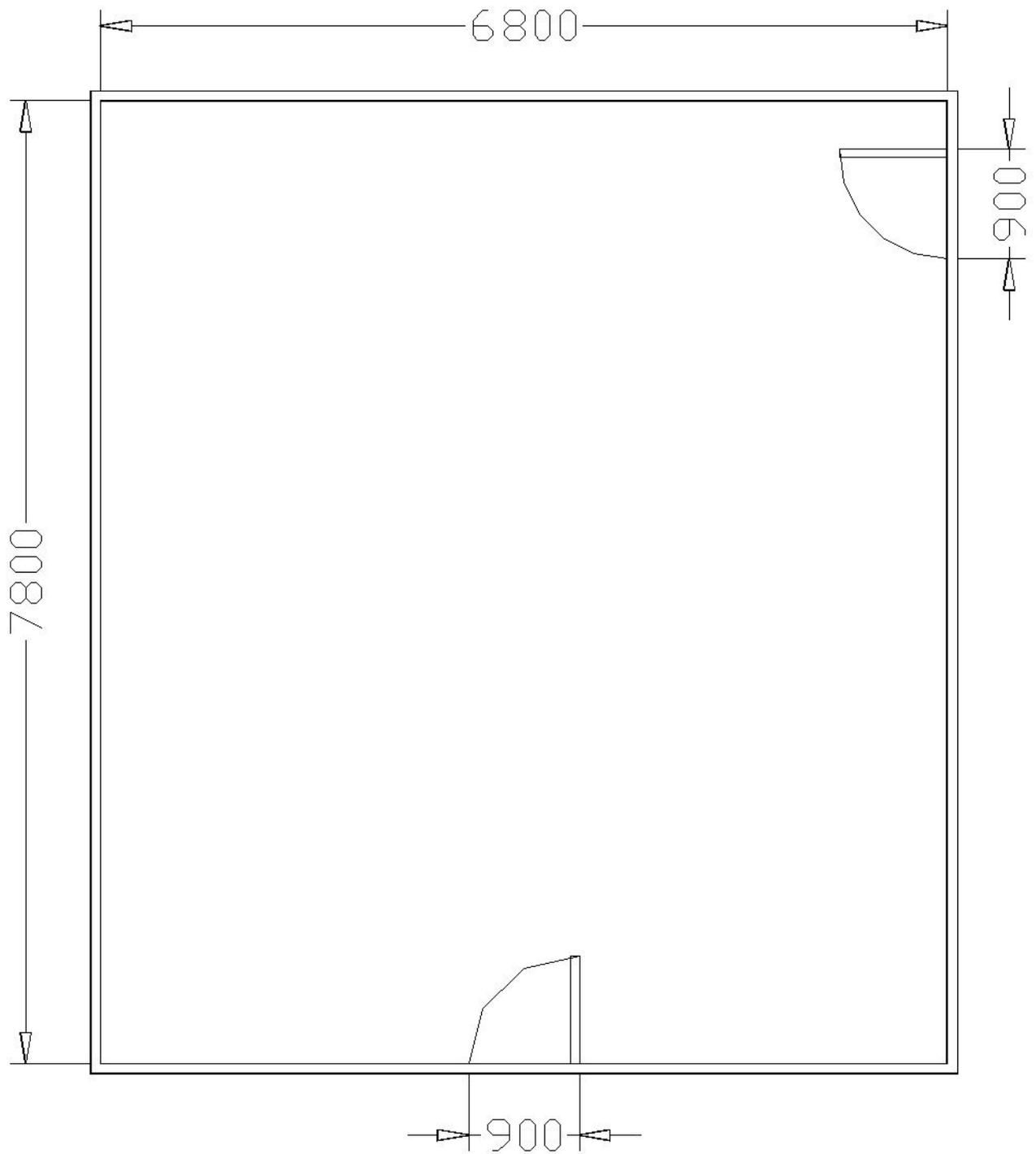
Objetivos:

- Identificar los equipos que permiten y garantizan la transferencia de calor en el banco de pruebas (serpentín del evaporador y serpentín del condensador).
- Calcular el coeficiente convectivo de los equipos.

- INSTRUMENTACIÓN Y AUTOMATIZACIÓN

Objetivos:

- Identificar los equipos que conforman el banco de prueba y que permiten tanto el control como la adquisición de datos en el sistema.
- Comprender y estudiar el funcionamiento de equipos de control y adquisición de datos para aplicaciones de automatización.



**FACULTAD DE
INGENIERIA
UCV**

BANCO DE PRUEBAS DE AIRE ACONDICIONADO
VISTA PLANTA DE LABORATORIO DE AIRE ACONDICIONADO

DIBUJADO: LOS AUTORES

DETALLE:

CHEQUEADO: LOS AUTORES

VISTA DE PLANTA

ESCALA: 1:50

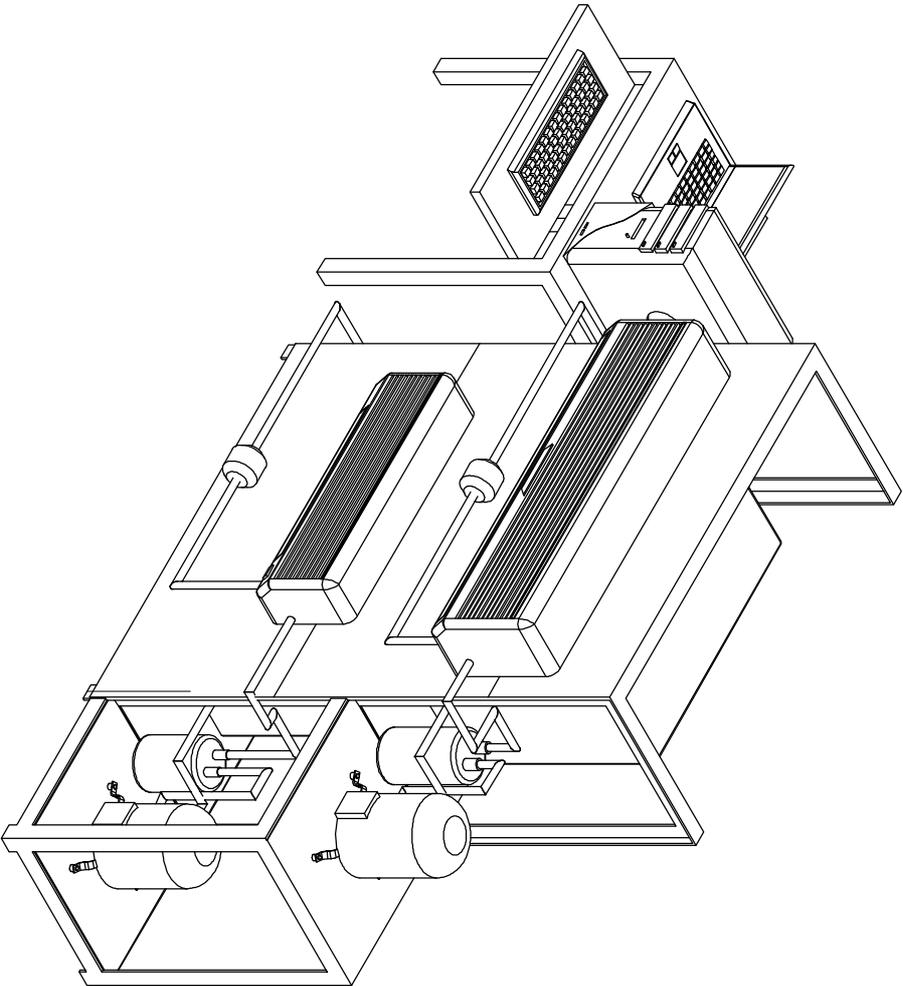
N° DEL PLANO:

FECHA: 27/10/07

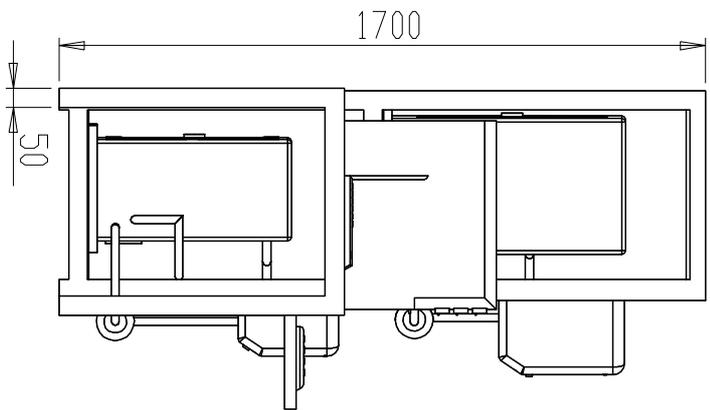
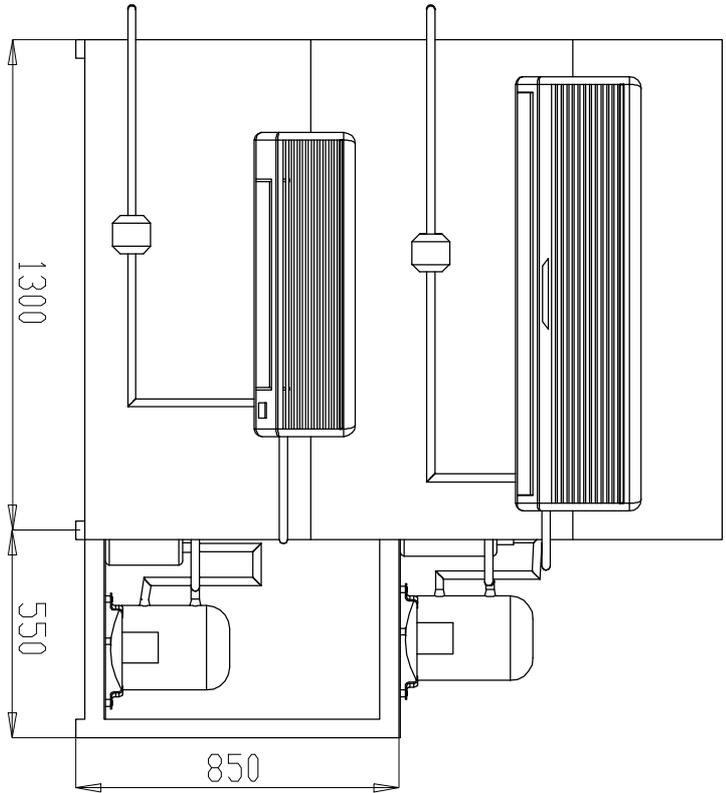
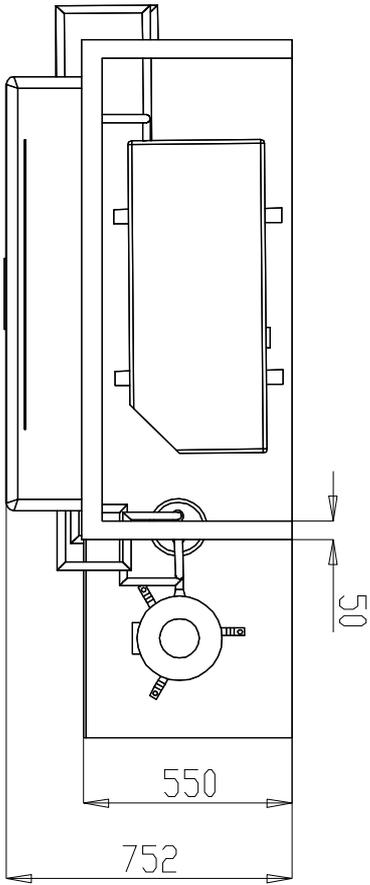
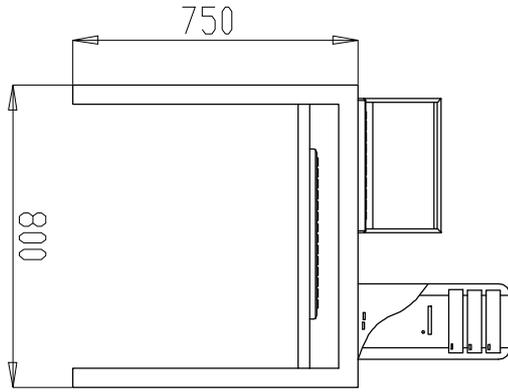
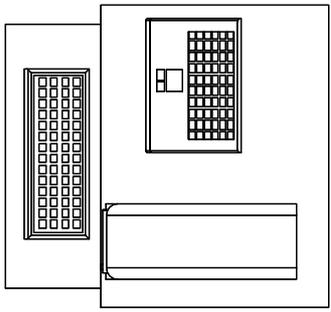
P07001-PLN-001

REV.

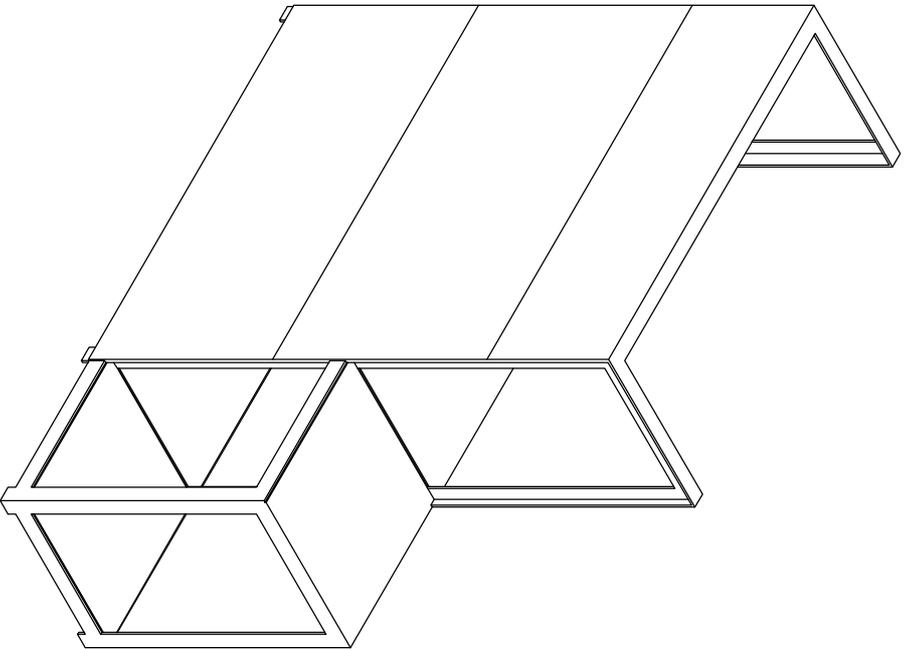
A



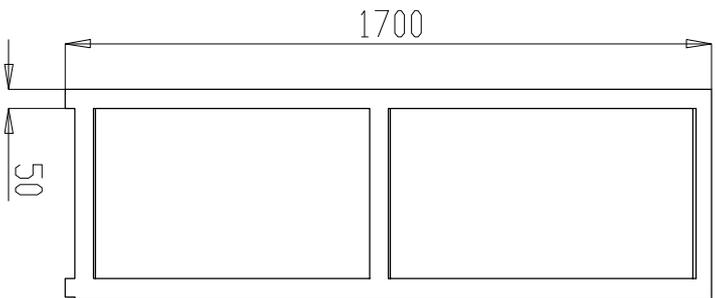
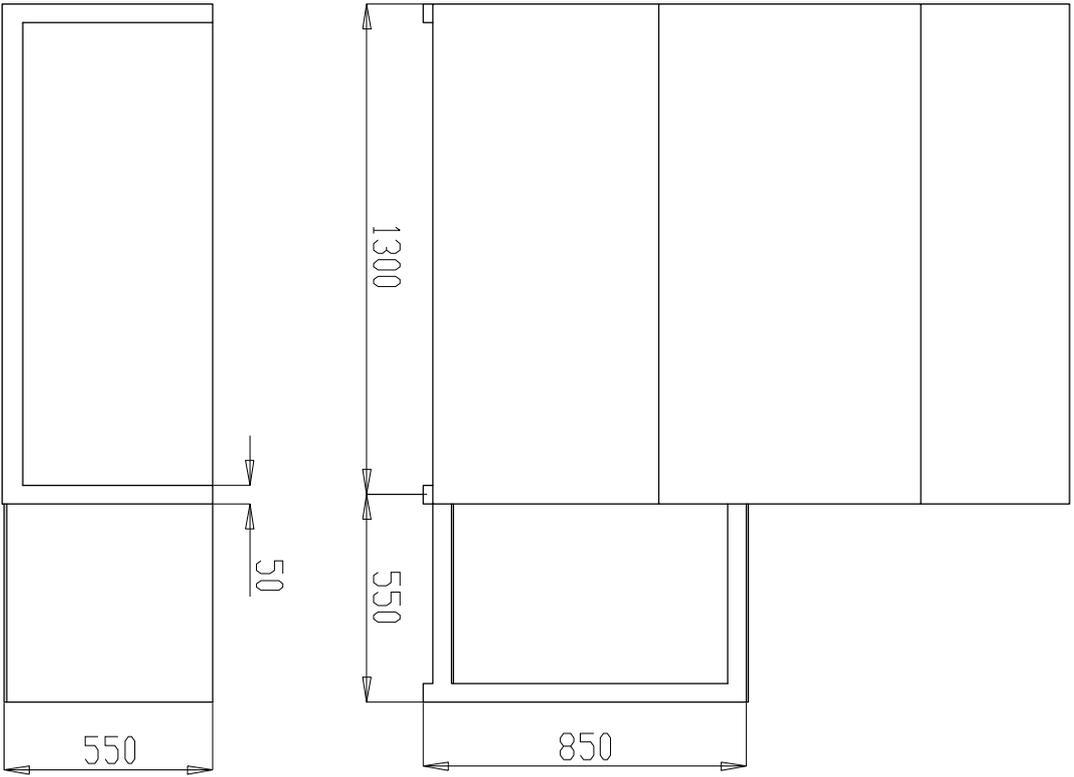
INSTITUCION LOS AUTORES DISEÑADO POR LOS AUTORES FECHA DE ELABORACION 01/11/07 ESCALA 1:20	U.C.V. INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS U.C.V. 1-1	BANCO DE PRUEBAS ISOMETRIA No. DE ACORDO Y PLAN P07001-PLAN-002	AUTORES A
---	---	--	---------------------



INSTITUCION LOS AUTORES DIRECCION LOS AUTORES TELEFONO U.C.V. FECHA DE ELABORACION 01/11/07 ESCALA 1:1 1:20	BANCO DE PRUEBAS PROYECCIONES No. DE ARCHIVO Y FOLIO P07001-PLAN-003 AUTORES A
---	---

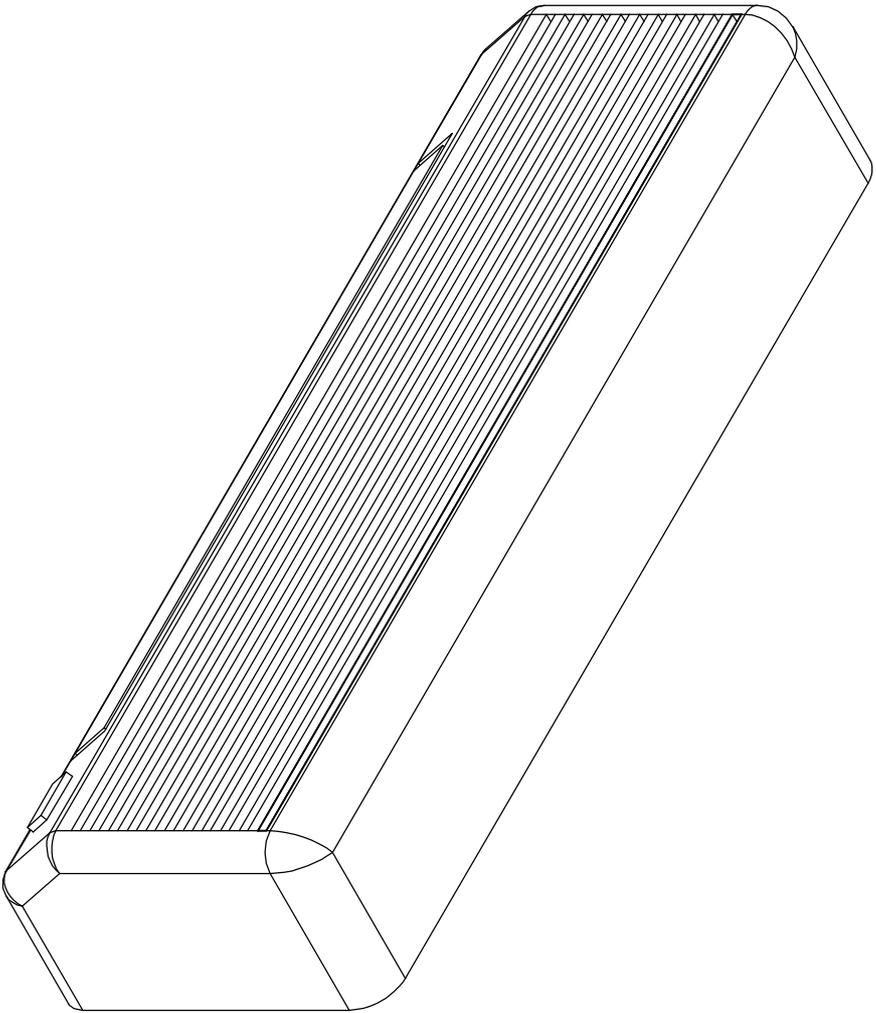


REVISADO		BANCO DE PRUEBAS	
DISEÑADO		ISOMETRIA	
AUTORES		P07001 - PLAN-004	
LOS AUTORES		NO. DE ARCHIVO Y FOLIO	
FECHA		P07001 - PLAN-004	
1/20		A	
U.C.V.	U.C.V.		
01/11/07	1-1		
FOLIO DE NÚMERO			
PERSONA			

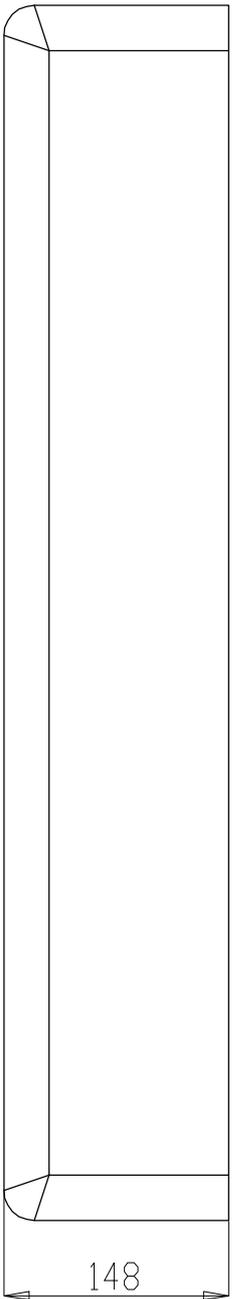
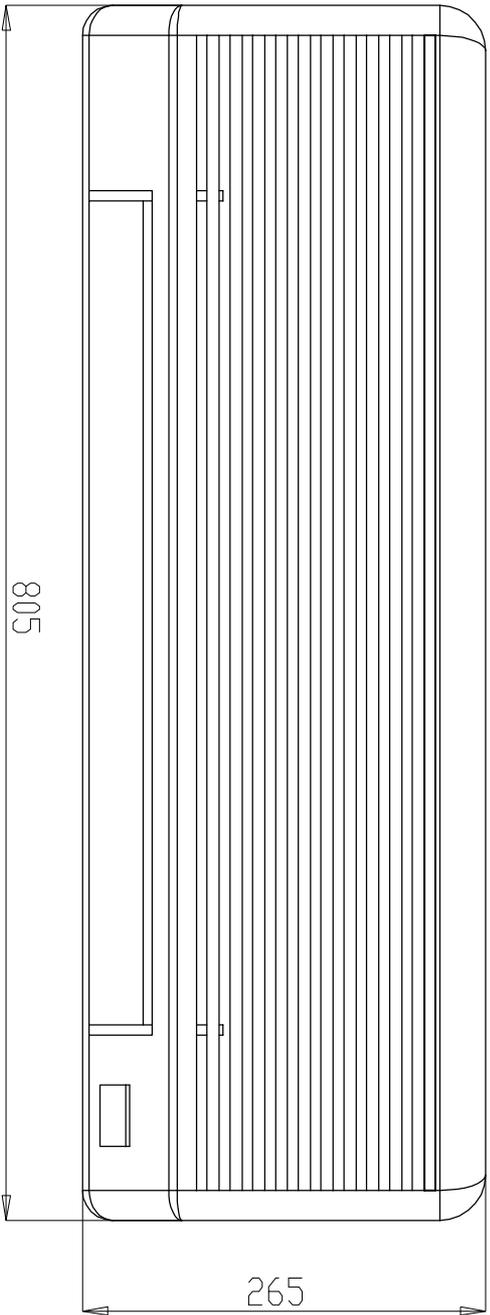


ESTUDIO	LOS AUTORES	PROYECTO	LOS AUTORES	FECHA DE EMISIÓN	01/11/07	NO. DE ARCHIVO Y FOLIO	P07001-PLAN-005	PROYECTO	A
REVISADO	LOS AUTORES	FECHA DE REVISIÓN	01/11/07	NO. DE ARCHIVO Y FOLIO	P07001-PLAN-005	PROYECTO	A		
U.C.V.	U.C.V.								
1-1									
120									

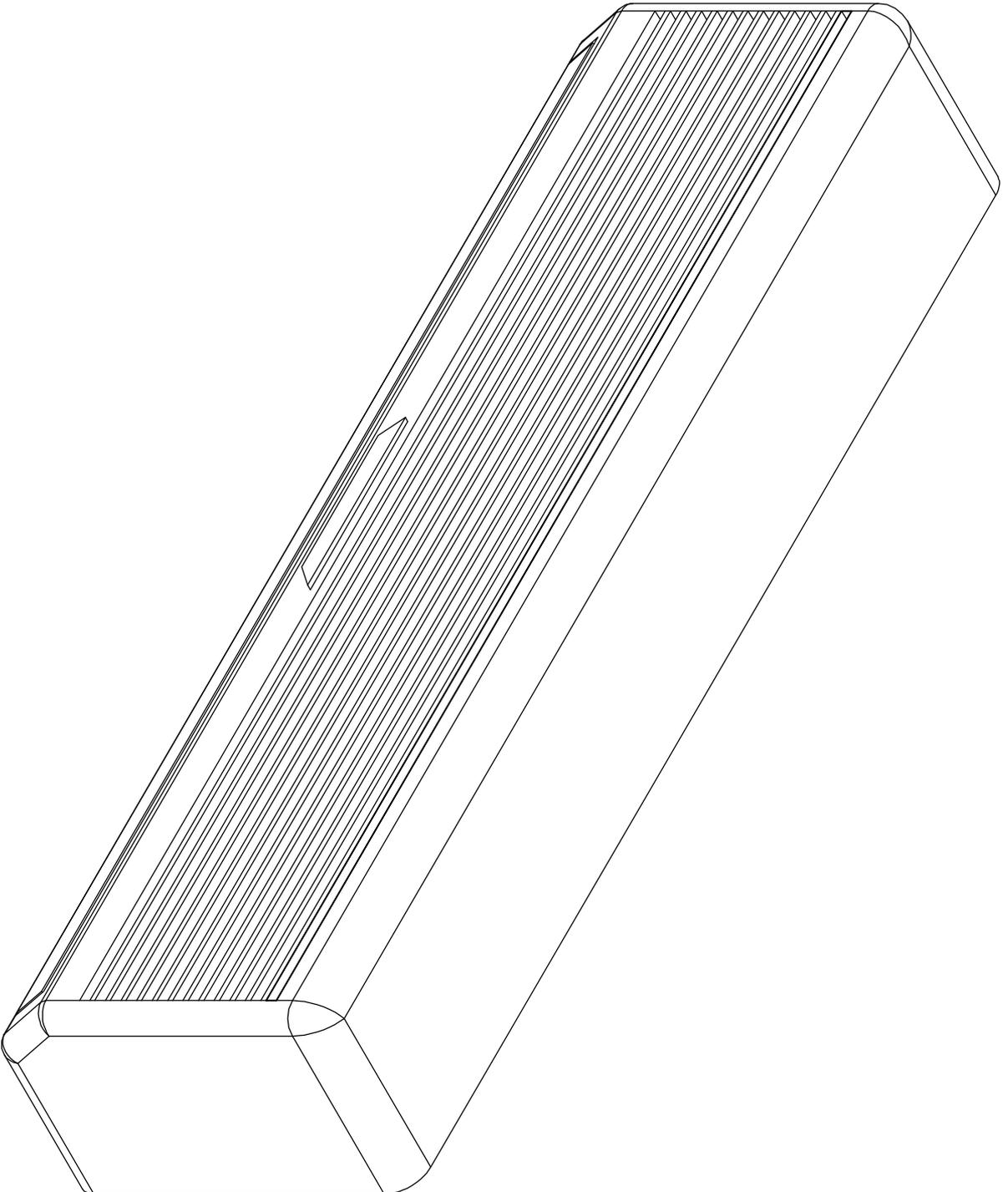
BANCO DE PRUEBAS
VISTAS



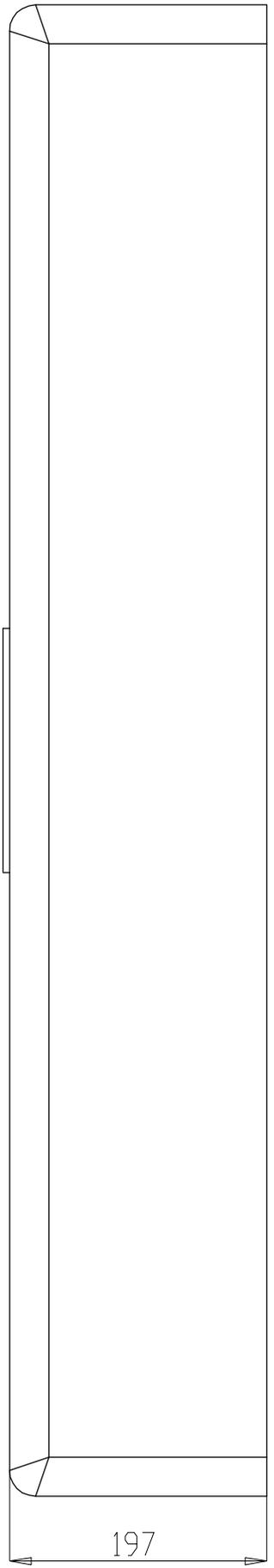
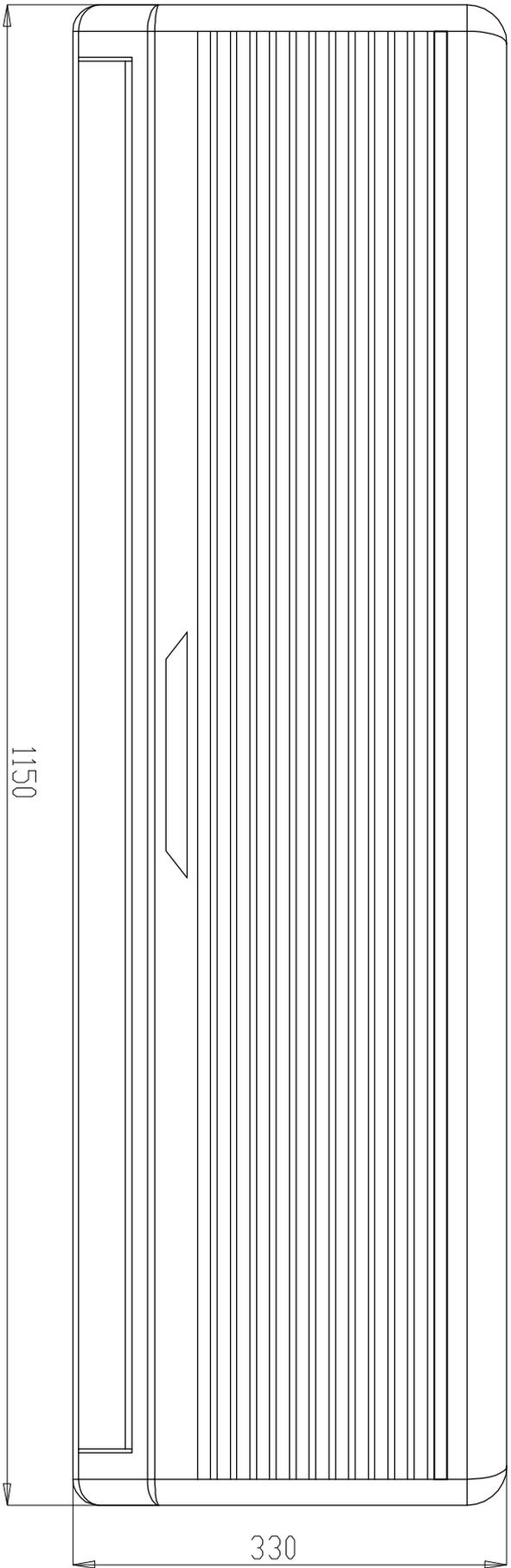
ESTADISTICA		BANCO DE PRUEBAS	
LOS AUTORES		EVAPORADOR 1 TR	
LOS AUTORES		ISOMETRIA	
FECHA DE INICIO	FECHA DE FIN	NO. DE ARCHIVO Y FOLIO	
01/11/07	1-1	P07001-PLAN-008	
U.C.V.	U.C.V.	AUTOR	
15		A	



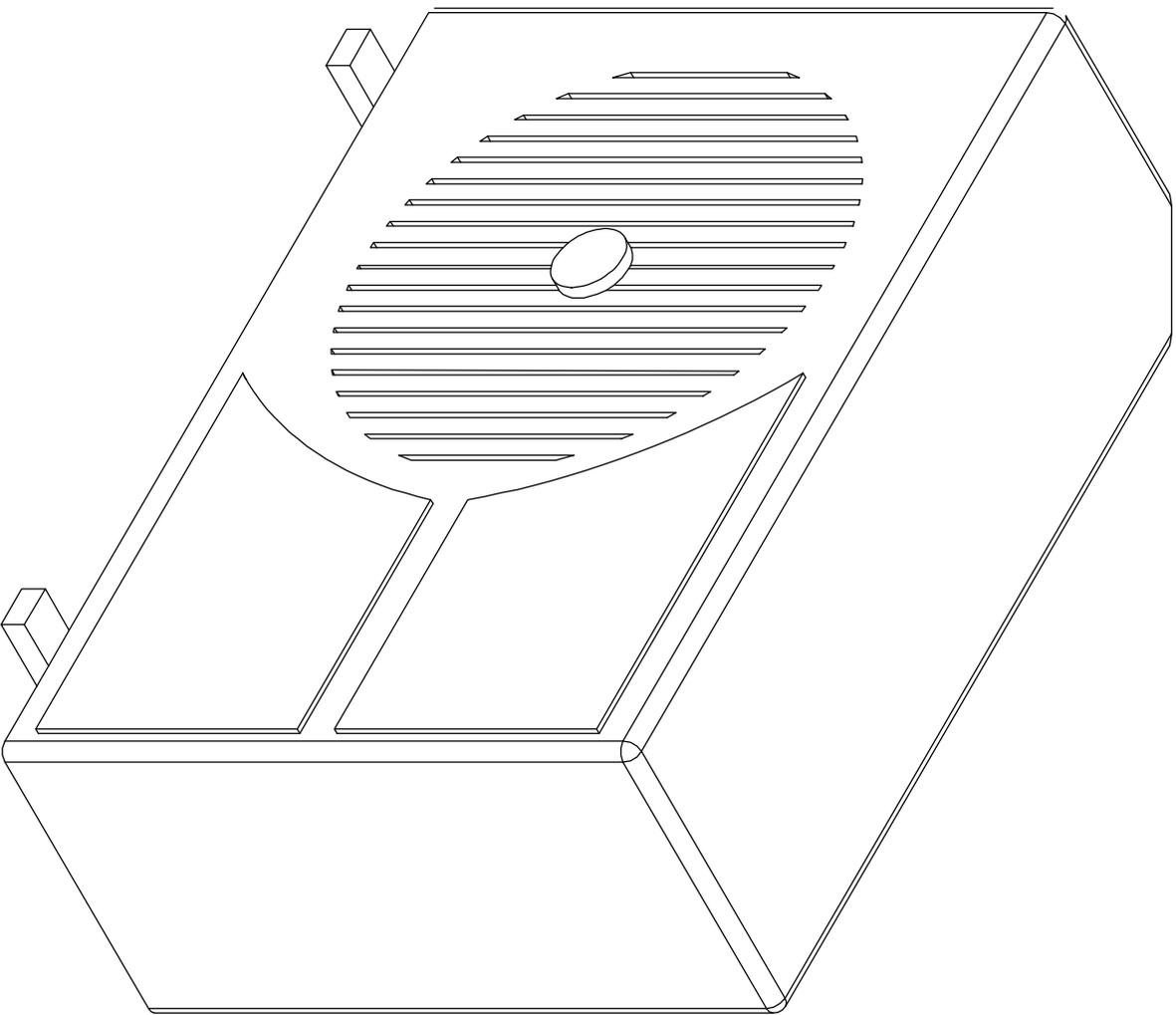
DISEÑO: LOS AUTORES DISEÑO: LOS AUTORES REVISIÓN:		BANCO DE PRUEBAS EVAPORADOR 1 TR VISTAS	
U.C.V. 01/11/07 15	U.C.V. 1-1	No. DE ARCHIVO Y FOLIO: P07001-PLAN-007	AUTORES: A



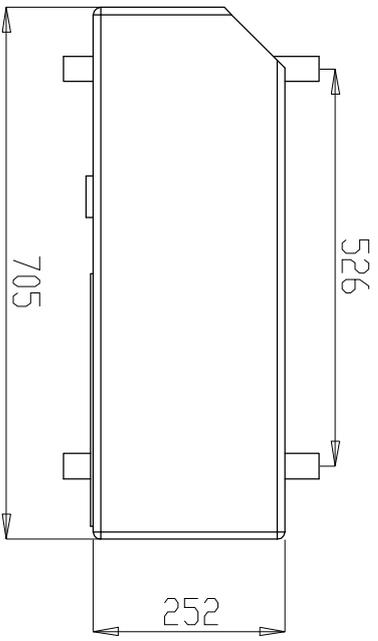
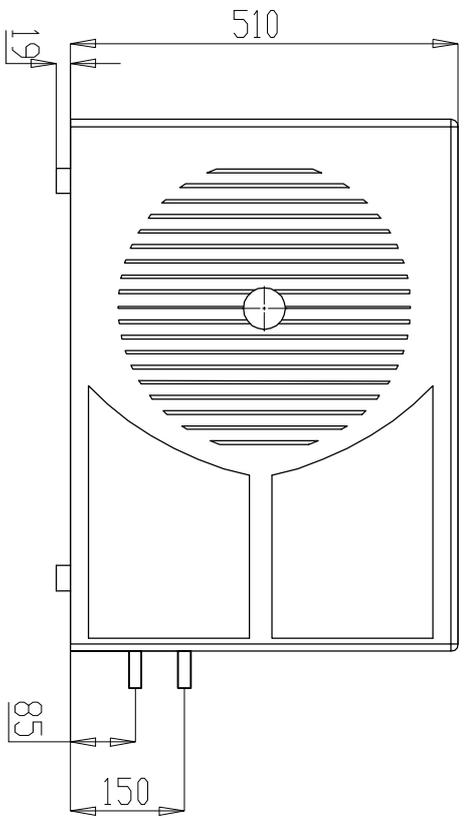
AUTORES		AUTORES	
LOS AUTORES		LOS AUTORES	
AUTORES		AUTORES	
U.C.V.	U.C.V.		
01/11/07	1-1		
BANCO DE PRUEBAS		BANCO DE PRUEBAS	
EVAPORADOR 2 TR		EVAPORADOR 2 TR	
ISOMETRIA		ISOMETRIA	
P07001-PLAN-008		P07001-PLAN-008	
A		A	



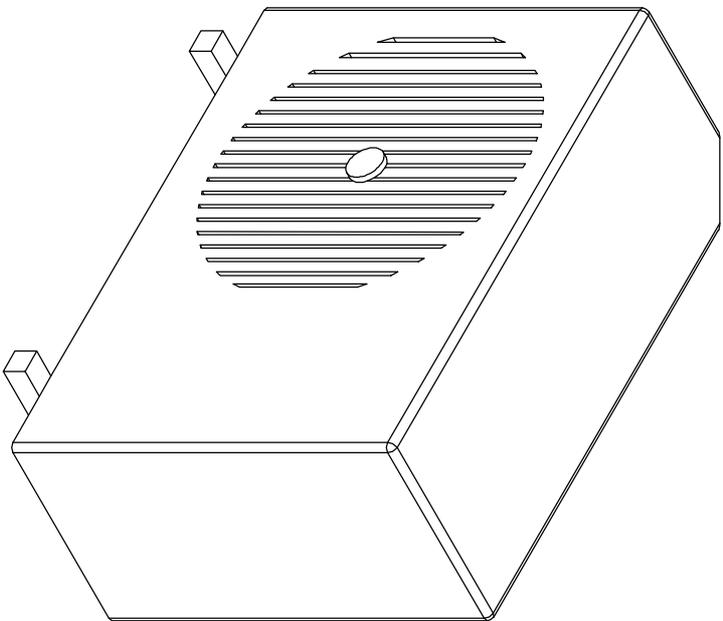
INSTITUCION LOS AUTORES		BANCO DE PRUEBAS EVAPORADOR 2 TR	
PROYECTO LOS AUTORES		VISTAS	
VERSION 01/11/07	U.C.V. 1-1	No. DE ARCHIVO Y FOLIO P07001-PLAN-008	
ESCALA 1:5	U.C.V. 1-1	MATERIAL A	



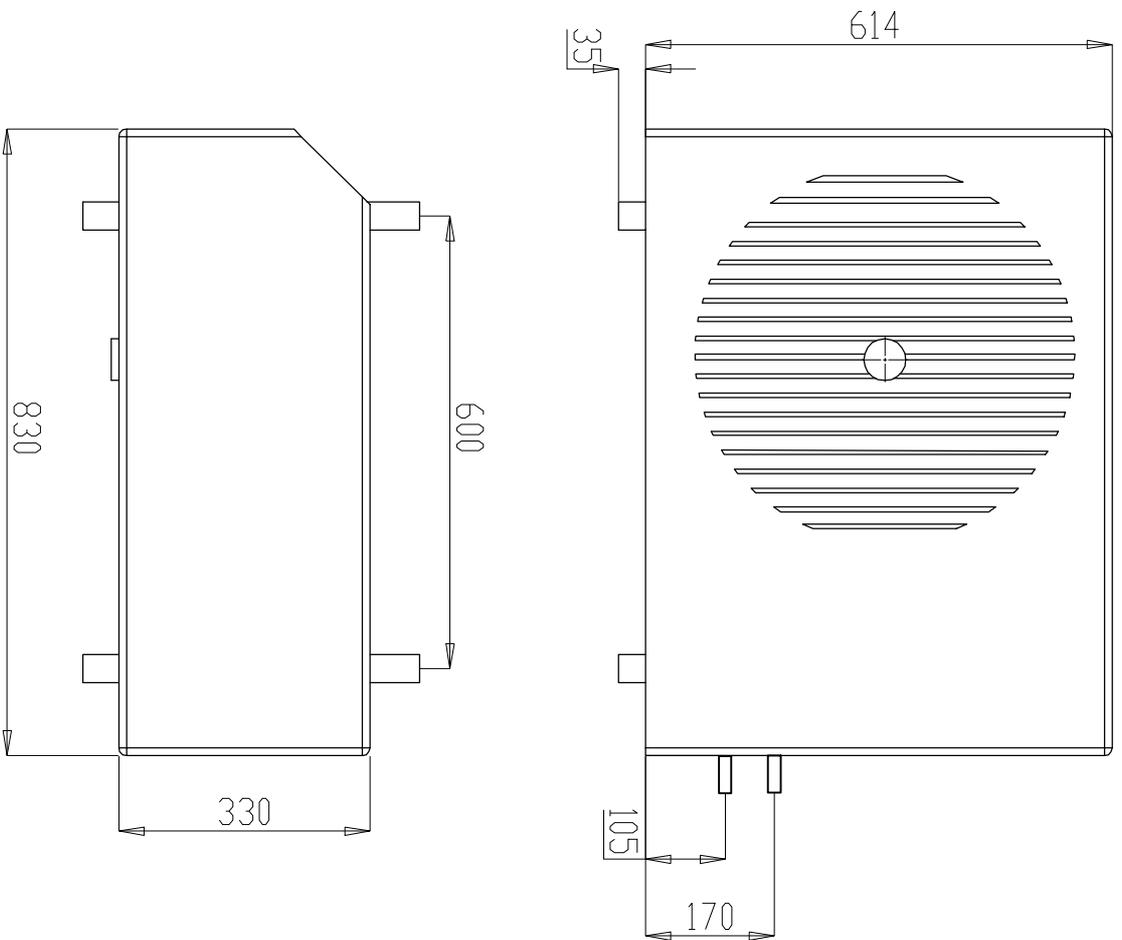
AUTORES		AUTORES	
LOS AUTORES		LOS AUTORES	
AUTORES		AUTORES	
U.C.V.	U.C.V.		
01/11/07	1-1		
BANCO DE PRUEBAS		CONDENSADOR 1 TR	
ISOMETRIA			
P07001-PLAN-010			
A			



DISEÑADO POR: LOS AUTORES	BANCO DE PRUEBAS CONDENSADOR 1 TR VISTAS
DISEÑADO POR: LOS AUTORES	
TITULO: U.C.V.	U.C.V.
FECHA DE EMISIÓN: 01/11/07	ESCALA: 1-1
NOMBRE DE LA EMPRESA: P07001-PLM-011	NOMBRE DEL DISEÑADOR: A



AUTORES		BANCO DE PRUEBAS	
LOS AUTORES		CONDENSADOR 2 TR	
UCV		ISOMETRIA	
01/11/07		P07001-PLAN-012	
1-1		A	



REVISADO	LOS AUTORES	CONDENSADOR 2 TR
DISEÑADO	LOS AUTORES	VISTAS
VERIFICADO		
PROYECTADO	U.C.V.	
FECHA DE REVISIÓN	01/11/07	1-1
ESCALA	1:10	
BANCO DE PRUEBAS		
CONDENSADOR 2 TR		
VISTAS		
P07001-PLAN-013		
A		

DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGAS DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CALCULAR CARGAS DEBIDAS A TECHOS PLANOS, 1°F

Techo No.	Descripción de la construcción	Hora Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/h Ft ² -°F	Hora solar, h																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
				Sin cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de metal con aislamiento de 1 o 2 in	7 (8)	0.213 (0.124)	1	-2	-3	-3	-5	-3	6	19	34	49	61	71	78	79	77	70	59	45	30	18	12	8	5	3
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	8	0.170	6	3	0	-1	-3	-3	-2	4	14	27	39	52	62	70	74	74	70	62	51	38	28	20	14	9
3.	Concreto ligero de 4 in	18	0.213	9	5	2	0	-2	-3	-3	1	9	20	32	44	55	64	70	73	71	66	57	45	34	25	18	13
4.	Concreto pesado de 1 a 2 in con aislamiento de 2 in	29	0.206 (0.122)	12	8	5	3	0	-1	-1	3	11	20	30	41	51	59	65	66	66	62	54	45	36	29	22	17
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	19	0.109	3	0	-3	-4	-5	-7	-6	-3	5	16	27	39	49	57	63	64	62	57	48	37	26	18	11	7
6.	Concreto ligero de 6 in	24	0.158	22	17	13	9	6	3	1	1	3	7	15	23	33	43	51	58	62	64	62	57	50	42	35	28
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	13	0.130	29	24	20	16	13	10	7	6	6	9	13	20	27	34	42	48	53	55	56	54	49	44	39	34
8.	Concreto ligero de 8 in	31	0.126	35	30	26	22	18	14	11	9	7	7	9	13	19	25	33	39	46	50	53	54	53	49	45	40
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	52 (52)	0.200 (0.120)	25	22	18	15	12	9	8	8	10	14	20	26	33	40	46	50	53	53	52	48	43	38	34	30
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	13	0.093	30	26	23	19	16	13	10	9	8	9	13	17	23	29	36	41	46	49	51	50	47	43	39	35
11.	Sistema de terrazas de techo	75	0.106	34	31	28	25	22	19	16	14	13	13	15	18	22	26	31	36	40	44	45	46	45	43	40	37
12.	Concreto pesado de 6 in con aislamiento de 1 o 2 in	75 (75)	0.192 (0.117)	31	28	25	22	20	17	15	14	14	16	18	22	26	31	36	40	43	45	45	44	42	40	37	34
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	17 (18)	0.106 (0.078)	38	36	33	30	28	25	22	20	18	17	16	17	18	21	24	28	32	36	39	41	43	43	42	40
				Con cielo raso suspendido																							
1.	Lámina de acero con aislamiento de 1 o 2 in	9 (10)	0.134 (0.092)	2	0	-2	-3	-4	-4	-1	9	23	37	50	62	71	77	78	74	67	56	42	28	18	12	8	5
2.	Madera de 1 in con aislamiento de 1 in	10	0.115	20	15	11	8	5	3	2	3	7	13	21	30	40	48	55	60	62	58	51	44	37	30	37	25
3.	Concreto ligero de 4 in	20	0.134	19	14	10	7	4	2	0	0	4	10	19	29	39	48	56	62	65	64	61	54	46	38	30	24
4.	Concreto pesado de 2 in con aislamiento de 1 in	30	0.131	28	25	23	20	17	15	13	13	14	16	20	25	30	35	39	43	46	47	46	44	41	38	35	32
5.	Madera de 1 in con aislamiento de 2 in	10	0.083	25	20	16	13	10	7	5	5	7	12	18	25	33	41	48	53	57	57	56	52	46	40	34	29
6.	Concreto ligero de 6 in	26	0.109	32	28	23	19	16	13	10	8	7	8	11	16	22	29	36	42	48	52	54	54	51	47	42	37
7.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 1 in	15	0.096	34	31	29	26	23	21	18	16	15	15	16	18	21	25	30	34	38	41	43	44	44	42	40	37
8.	Concreto ligero de 8 in	33	0.093	39	36	33	29	26	23	20	18	15	14	14	15	17	20	25	29	34	38	42	45	46	45	44	42
9.	Concreto pesado de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	53 (54)	0.128 (0.090)	30	29	27	26	24	22	21	20	20	21	22	24	27	29	32	34	36	38	38	38	37	36	34	33
10.	Madera de 2.5 in con aislamiento de 2 in	15	0.072	35	33	30	28	26	24	22	20	18	18	18	20	22	25	28	32	35	38	40	41	41	40	39	37
11.	Sistema de terrazas de techo	77	0.082	30	29	28	27	26	25	24	23	22	22	22	23	23	25	26	28	29	31	32	33	33	33	33	32
12.	Concreto pesado con aislamiento de 1 a 2 in	77 (77)	0.125 (0.088)	29	28	27	26	25	24	23	22	21	21	22	23	25	26	28	30	32	33	34	34	34	33	32	31
13.	Madera de 4 in con aislamiento de 1 o 2 in	19 (20)	0.082 (0.064)	35	34	33	32	31	29	27	26	24	23	22	21	22	22	24	25	27	30	32	34	35	36	37	36

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory.*

DIFERENCIAS DE TEMPERATURA PARA CARGA DE ENFRIAMIENTO (DTCE) PARA CÁLCULO DE CARGA DE PAREDES AL SOL, 1°F

Latitud norte, orientación de pared	Hora solar, h																								Hora de la DTCE máxima	DTCE mínima	DTCE máxima	Diferencia de DTCE		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
Paredes grupo A																														
N	14	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	10	10	10	10	11	11	12	12	13	13	14	14		2	10	14	4	
NE	19	19	19	18	17	17	16	15	15	15	15	16	16	17	18	18	18	18	19	19	20	20	20	20		22	15	20	5	
E	24	24	23	23	22	21	20	19	19	18	19	19	20	21	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25		22	18	25	7	
SE	24	23	23	22	21	20	20	19	18	18	18	18	19	20	21	22	23	23	24	24	24	24	24		22	18	24	6		
S	20	20	19	19	18	18	17	16	16	15	14	14	14	14	15	16	17	18	19	19	20	20	20		23	14	20	6		
SW	25	25	25	24	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	17	17	17	18	19	20	22	23	24	25		24	17	25	8	
W	27	27	26	26	25	24	23	22	21	20	19	19	18	18	18	18	19	20	22	23	25	26	26		1	18	27	9		
NW	21	21	21	20	20	19	19	18	17	16	16	15	15	14	14	14	15	15	16	17	18	19	20	21		1	14	21	7	
Paredes grupo B																														
N	15	14	14	13	12	11	11	10	9	9	9	8	9	9	10	11	12	13	14	14	15	15	15		24	8	15	7		
NE	19	18	17	16	15	14	13	12	12	13	14	15	16	17	18	19	19	20	20	21	21	21	20	20		21	12	21	9	
E	23	22	21	20	18	17	16	15	15	15	17	19	21	22	24	25	26	26	27	27	26	26	25	24		20	15	27	12	
SE	23	22	21	20	18	17	16	15	14	14	15	16	18	20	21	23	24	25	26	26	26	26	25	24		21	14	26	12	
S	21	20	19	18	17	15	14	13	12	11	11	11	11	12	14	15	17	19	20	21	22	22	21		23	11	22	11		
SW	27	26	25	24	22	21	19	18	16	15	14	14	13	13	14	15	17	20	22	25	27	28	28	28		24	13	28	15	
W	29	28	27	26	24	23	21	19	18	17	16	15	14	14	14	15	17	19	22	25	27	29	29	30		24	14	30	16	
NW	23	22	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	12	12	13	15	17	19	21	22	23	23		24	11	23	12		
Paredes grupo C																														
N	15	14	13	12	11	10	9	8	8	7	7	8	8	9	10	12	13	14	15	16	17	17	17	16		22	7	17	10	
NE	19	17	16	14	13	11	10	10	11	13	15	17	19	20	21	22	23	23	23	23	22	21	20		20	10	23	13		
E	22	21	19	17	15	14	12	12	14	16	19	22	25	27	29	29	30	30	30	29	28	27	26	24		18	12	30	18	
SE	22	21	19	17	15	14	12	12	13	16	19	22	24	26	28	29	29	29	29	28	27	26	24		19	9	26	17		
S	21	19	18	16	15	13	12	10	9	9	10	11	14	17	20	22	24	25	26	25	25	24	22		20	9	26	17		
SW	29	27	25	22	20	18	16	15	13	12	11	11	11	13	15	18	22	26	29	32	33	32	31		22	11	33	22		
W	31	29	27	25	22	20	18	16	14	13	12	12	12	13	14	16	20	24	29	32	35	35	35	33		22	12	35	23	
NW	25	23	21	20	18	16	14	13	11	10	10	10	11	12	13	15	18	22	25	27	27	27	26		22	10	29	17		
Paredes grupo D																														
N	15	13	12	10	9	7	6	6	6	6	6	7	8	8	9	10	12	13	15	17	18	19	19	18	-16	21	6	17	13	
NE	17	15	13	11	10	8	7	8	10	14	17	20	22	23	23	24	24	25	25	24	23	22	20	18		19	7	25	18	
E	19	17	15	13	11	9	8	9	12	17	22	27	30	32	33	33	32	32	31	30	28	26	24	22		16	8	33	25	
SE	20	17	15	13	11	10	8	8	10	13	17	22	26	29	31	32	32	32	31	30	28	26	24	22		17	8	32	24	
S	19	17	15	13	11	9	8	7	6	6	7	9	12	16	20	24	27	29	29	29	27	26	24	22		19	6	29	23	
SW	28	25	22	19	16	14	12	10	9	8	8	8	10	12	16	21	27	32	36	38	38	37	34	31		21	8	38	30	
W	31	27	24	21	18	15	13	11	10	9	9	9	10	11	14	18	24	30	36	40	41	40	38	34		21	9	41	32	
NW	25	22	19	17	14	12	10	9	8	7	7	8	9	10	12	14	18	22	27	31	32	32	30	27		22	7	32	25	
Paredes grupo E																														
N	12	10	8	7	5	4	3	4	5	6	6	7	9	11	13	15	17	19	20	21	23	20	18	16	14	20	3	22	19	
NE	13	11	9	7	6	4	5	9	15	20	24	25	25	26	26	26	26	26	25	24	22	19	17	15		16	4	26	22	
E	14	12	10	8	6	5	6	11	18	26	33	36	38	37	36	34	33	32	30	28	25	22	20	17		13	5	38	33	
SE	15	12	10	8	7	5	5	8	12	19	25	31	35	37	37	36	34	33	31	28	26	23	20	17		15	5	37	32	
S	15	12	10	8	7	5	4	3	4	5	9	13	19	24	29	32	34	33	31	29	26	23	20	17		17	3	34	31	
SW	22	18	15	12	10	8	6	5	5	6	7	9	12	18	24	32	38	43	45	44	40	35	30	26		19	5	45	40	
W	26	21	17	14	11	9	7	6	6	6	7	9	11	14	20	27	36	43	49	49	45	40	34	29		20	6	49	43	
NW	20	17	14	11	9	7	6	5	5	5	6	8	10	13	16	20	26	32	37	38	36	32	28	24		20	5	38	33	
Paredes grupo F																														
N	8	6	5	3	2	1	2	4	6	7	9	11	14	17	19	21	22	23	24	23	20	16	13	11		19	1	24	23	
NE	9	7	5	3	2	1	1	5	14	23	28	30	29	28	27	27	27	26	24	22	19	16	13	11		11	1	30	29	
E	10	7	6	4	3	2	6	17	28	38	44	45	43	39	36	34	32	30	27	24	21	17	15	12		12	2	45	43	
SE	10	7	6	4	3	2	4	10	19	28	36	41	43	42	39	36	34	31	28	25	21	18	15	12		13	4	43	41	
S	10	8	6	4	3	2	1	1	3	7	13	20	27	34	38	39	38	35	31	26	22	18	15	12		16	1	39	38	
SW	15	11	9	6	5	3	2	2	4	5	8	11	17	26	35	44	50	53	52	45	37	28	23	18		18	2	53	51	
W	17	13	10	7	5	4	3	3	4	6	8	11	14	20	28	39	49	57	60	54	43	34	27	21		19	3	60	57	
NW	14	10	8	6	4	3	2	2	3	5	8	10	13	15	21	27	35	42	46	43	35	28	22	18		19	2	46	44	
Paredes grupo G																														
N	3	2	1	0	-1	2	7	8	9	12	15	18	21	23	24	24	25	26	22	15	11	9	7	5		18	-1	26	27	
NE	3	2	1	0	-1	9	27	36	39	35	30	26	26	27	27	26	25	22	18	14	11	9	7	5		9	-1	39	40	
E	4	2	1	0	-1	11	31	47	54	55	50	40	33	31	30	29	27	24	19	15	12	10	8	6		10	-1	55	56	
SE	4	2	1	0	-1	5	18	32	42	49	51	48	42	36	32	30	27	24	19	15	12	10	8	6		11	-1	51	52	
S	4	2	1	0	-1	0	1	5	12	22	31	39	45	46	43	37	31	25	20	15	12	10	8	5		14	-1	46	47	
SW	5	4	3	1	0	0	2	5	8	12	16	26	38	50	59	63	61	52	37	24	17	13	10	8		16	0	63	63	
W	6	5	3	2	1	0	1	2	5	8	11	15	19	27	41	56	67	72	67	48	29	20	15	11	8		17	1	72	71
NW	5	3	2	1	0	0	2	5	8	11	15	18	21	27	37	47	55	55	41	25	17	13	10	7		18	0	55	55	

Reproducido con permiso del 1985 Fundamentals, ASHRAE Handbook & Product Directory.

DESCRIPCIÓN DE GRUPOS DE CONSTRUCCIÓN DE PAREDES

Grupo No.	Descripción de la construcción	Peso, lb/ft ²	Valor de U, BTU/(h-ft ² -°F)	Capacidad calorífica, BTU/(ft ² -°F)
<i>Ladrillo de vista de 4 in + (Ladrillo)</i>				
	C Espacio de aire + ladrillo de vista de 3 in	83	0.358	18.3
	D Ladrillo común de 4 in.	90	0.415	18.4
	C Aislamiento de 1 in o espacio de aire + ladrillo común de 4 in	90	0.174-0.301	18.4
	B Aislamiento de 2 in + ladrillo común de 4 in	88	0.111	18.5
	B Ladrillo común de 8 in	130	0.302	26.4
	A Aislamiento o espacio de aire + ladrillo común de 8 in	130	0.154-0.243	26.4
<i>Ladrillo de vista de 4 in + (Concreto pesado)</i>				
	C Espacio de aire + concreto de 2 in	94	0.350	19.7
	B Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	97	0.116	19.8
	A Espacio de aire o aislamiento + concreto de 8 in o más	143-190	0.110-0.112	29.1-38.4
<i>Ladrillo de vista de 4 in + (bloque de concreto ligero o pesado)</i>				
	E Bloque de 4 in	62	0.319	12.9
	D Espacio de aire o aislamiento + bloque de 4 in	62	0.153-0.246	12.9
	D Bloque de 8 in	70	0.274	15.1
	C Espacio de aire o aislamiento de 1 in + bloque de 6 u 8 in	73-89	0.221-0.275	15.5-18.5
	B Aislamiento de 2 in + bloque de 8 in	89	0.096-0.107	15.5-18.6
<i>Ladrillo de vista de 4 in + (azulejo de barro)</i>				
	D Azulejo de 4 in	71	0.381	15.1
	D Espacio de aire + azulejo de 4 in	71	0.281	15.1
	C Aislamiento + azulejo de 4 in	71	0.169	15.1
	C Azulejo de 8 in	96	0.275	19.7
	B Espacio de aire o aislamiento de 1 in + azulejo de 8 in	96	0.142-0.221	19.7
	A Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	97	0.097	19.8
<i>Pared de concreto pesado + (acabado)</i>				
	E Concreto de 4 in	63	0.585	12.5
	D Concreto de 4 in + aislamiento de 1 o 2 in	63	0.119-0.200	12.5
	C Aislamiento de 2 in + concreto de 4 in	63	0.119	12.7
	C Concreto de 8 in	109	0.490	21.9
	B concreto de 8 in + aislamiento de 1 o 2 in	110	0.115-0.187	22.0
	A Aislamiento de 2 in + concreto de 8 in	110	0.115	21.9
	E Concreto de 12 in	156	0.421	31.2
	A Concreto de 12 in + aislamiento	156	0.113	31.3
<i>Bloque de concreto ligero y pesado + (acabado)</i>				
	F Bloque de 4 in + espacio de aire o aislamiento	29-36	0.161-0.263	5.7-7.2
	E Aislamiento de 2 in + bloque de 4 in	29-37	0.105-0.114	5.8-7.3
	E Bloque de 8 in	41-57	0.294-0.402	6.3-11.3
	D Concreto de 8 in + espacio de aire o aislamiento	41-57	0.149-0.173	8.3-11.3
<i>Azulejo de barro + (acabado)</i>				
	F Azulejo de 4 in	39	0.419	7.8
	F Azulejo de 4 in + espacio de aire	39	0.303	7.8
	E Azulejo de 4 in + aislamiento de 1 in	39	0.175	7.9
	D Aislamiento de 2 in + azulejo de 4 in	40	0.110	7.9
	D Azulejo de 8 in	63	0.296	12.5
	C Azulejo de 8 in + espacio de aire o aislamiento de 1 in	63	0.151-0.231	12.6
	B Aislamiento de 2 in + azulejo de 8 in	63	0.099	12.6
<i>Pared de lámina (cortina metálica)</i>				
	G Con o sin espacio de aire + 1, 2 o 3 in de aislamiento	5-6	0.091-0.230	0.7
<i>Pared de bastidor</i>				
	G Aislamiento de 1 a 3 in	16	0.081-0.178	3.2

Reproducido con permiso de 1985 *Fundamentals ASHRAE Handbook & Product Directory*

TASAS DE GANANCIA DE CALOR DEBIDA A LOS OCUPANTES DEL RECINTO ACONDICIONADO*

Actividad	Aplicaciones típicas	Calor total por adulto masculino			calor total ajustado ^b			Calor sensible			Calor latente		
		Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h	Watts	Btuh	kcal/h
Sentado en reposo	Teatro, cine	115	400	100	100	350	90	60	210	55	40	140	30
Sentado, trabajo muy ligero, escritura	Oficinas, hoteles, apartamentos	140	480	120	120	420	105	65	230	55	55	190	50
Sentado, comiendo	Restaurante	150	520	130	170	580 ^c	145	75	255	60	95	325	80
Sentado, trabajo ligero, mecanografía	Oficinas, hoteles, apartamentos	185	640	160	150	510	130	75	255	60	75	255	65
Parado, trabajo ligero o camina despacio	Tiendas minoristas, bancos	235	800	200	185	640	160	90	315	80	95	325	80
Trabajo ligero de banco	Fábricas	255	880	220	230	780	195	100	345	90	130	435	110
Caminando 3 mph trabajo libro	Fábricas	305	1040	260	305	1040	260	100	345	90	205	695	170
trabajo con máquinas pesadas	Fábricas	350	1200	300	280	960	240	100	345	90	180	615	150
Boliche	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Baile moderado	Salón de baile	400	1360	340	375	1280	320	120	405	100	255	875	220
Trabajo pesado, trabajo con máquinas pesadas, levantar pesas	Fábricas	470	1600	400	470	1600	400	165	565	140	300	1035	260
Trabajo pesado, ejercicios atléticos	Gimnasios	585	2000	500	525	1800	450	185	635	160	340	1165	290

* Nota: Los valores de la tabla se basan en una temperatura de bulbo seco de 78°F. Para 80°F BS, el calor total queda igual, pero el valor del calor sensible se debe disminuir en aproximadamente 8% y los valores del calor latente se deben aumentar proporcionalmente.

^b La ganancia total ajustada de calor se basa en el porcentaje normal de hombres, mujeres y niños en la aplicación que se menciona, bajo la hipótesis de que la ganancia por mujer adulta representa un 85% de la del hombre adulto, y la de un niño el 75%.

^c Calor total ajustado para comer en un restaurant, que incluye 60 BTU/h del alimento por individuo (30 BTU sensibles y 30 BTU latentes).

^d Para el boliche, se considera una persona por pista tirando y las demás sentadas (400 BTU/h) o paradas y caminando lentamente (970 BTU/h)

Reproducido con permiso del 1985 *Fundamentals. ASHRAE Handbook & Product Directory.*

APÉNDICE 2.4

Suction, Discharge, and Liquid Line Capacities for Refrigerant 22

Line Size Type L Copper, OD	Suction Lines ($\Delta t = 2^\circ\text{F}$)					Discharge Lines ($\Delta t = 1^\circ\text{F}$)		Line Size Type L Copper, OD	Liquid Lines		
	Saturated Suction Temperature, $^\circ\text{F}$					Saturated Suction Temp., $^\circ\text{F}$			$\Delta t = 1^\circ\text{F}$		
	-40	-20	0	20	40	-40	40				
1/2	—	—	—	0.40	0.6	0.75	0.85	1/2	3.6		
5/8	—	0.32	0.51	0.76	1.1	1.4	1.6	5/8	6.7		
7/8	0.52	0.86	1.3	2.0	2.9	3.7	4.2	7/8	18.2		
1-1/8	1.1	1.7	2.7	4.0	5.8	7.5	8.5	1-1/8	37.0		
1-3/8	1.9	3.1	4.7	7.0	10.1	13.1	14.8	1-3/8	64.7		
1-5/8	3.0	4.8	7.5	11.1	16.0	20.7	23.4	1-5/8	102.5		
2-1/8	6.2	10.0	15.6	23.1	33.1	42.8	48.5	2-1/8	213.0		
2-5/8	10.9	17.8	27.5	40.8	58.3	75.4	85.4	2-5/8	376.9		
3-1/8	17.5	28.4	44.0	65.0	92.9	120.2	136.2	3-1/8	601.5		
3-5/8	26.0	42.3	65.4	96.6	137.8	178.4	202.1	3-5/8	895.7		
4-1/8	36.8	59.6	92.2	136.3	194.3	251.1	284.4	4-1/8	1263.2		
Steel									Steel		
SCH									SCH		
1/2	40	—	0.38	0.58	0.85	1.2	1.5	1.7	1/2	80	5.7
3/4	40	0.50	0.8	1.2	1.8	2.5	3.3	3.7	3/4	80	12.8
1	40	0.95	1.5	2.3	3.4	4.8	6.1	6.9	1	80	25.2
1-1/4	40	2.0	3.2	4.8	7.0	9.9	12.6	14.3	1-1/4	80	54.1
1-1/2	40	3.0	4.7	7.2	10.5	14.8	19.0	21.5	1-1/2	80	82.6
2	40	5.7	9.1	13.9	20.2	28.5	36.6	41.4	2	40	192.0
2-1/2	40	9.2	14.6	22.1	32.2	45.4	58.1	65.9	2-1/2	40	305.8
3	40	16.2	25.7	39.0	56.8	80.1	102.8	116.4	3	40	540.3
4	40	33.1	52.5	79.5	115.9	163.2	209.5	237.3	4	40	1101.2

Notes:

- Table capacities are in tons of refrigeration.
 Δp = pressure drop due to line friction, psi per 100 ft of equivalent line length
 Δt = corresponding change in saturation temperature per 100 ft, $^\circ\text{F}$
- Line capacity for other saturation temperatures Δt and equivalent lengths L_e

$$\text{Line capacity} = \text{Table capacity} \left(\frac{\text{Table } L_e}{\text{Actual } L_e} \times \frac{\text{Actual } \Delta t}{\text{Table } \Delta t} \right)^{0.55}$$
- Saturation temperature Δt for other capacities and equivalent lengths L_e

$$\Delta t = \text{Table } \Delta t \left(\frac{\text{Actual } L_e}{\text{Table } L_e} \right) \left(\frac{\text{Actual capacity}}{\text{Table capacity}} \right)^{1.8}$$

4. Values in the table are based on 105 $^\circ\text{F}$ condensing temperature. Multiply table capacities by the following factors for other condensing temperatures.

Condensing Temperature, $^\circ\text{F}$	Suction Line	Discharge Line
80	1.11	0.79
90	1.07	0.88
100	1.03	0.95
110	0.97	1.04
120	0.90	1.10
130	0.86	1.18
140	0.80	1.26

MÉTODO DESARROLLADO SEGÚN COHEN

Diámetro (pulgadas)	Codo 90°	Codo 45°	Te giro de 90°	Te paso recto	Válvula de compuerta	Válvula de globo	Válvula de ángulo
3/8	0.30	0.20	0.45	0.10	0.06	2.45	1.20
1/2	0.60	0.40	0.90	0.20	0.12	4.40	2.45
5/8	0.75	0.45	1.20	0.25	0.15	6.10	3.65
1	0.90	0.55	1.50	0.27	0.20	7.60	4.60
1 1/4	1.20	0.80	1.80	0.40	0.25	10.50	5.50
1 1/2	1.50	0.90	2.15	0.45	0.30	13.50	6.70
2	2.15	1.20	3.05	0.60	0.40	16.50	8.50
2 1/2	2.45	1.50	3.65	0.75	0.50	19.50	10.50
3	3.05	1.80	4.60	0.90	0.60	24.50	12.20
3 1/2	3.65	2.15	5.50	1.10	0.70	30.00	15.00
4	4.25	2.45	6.40	1.20	0.80	37.50	16.50
5	5.20	3.05	7.60	1.50	1.00	42.50	21.00
6	6.10	3.65	9.15	1.80	1.20	50.00	24.50

TABLA PARA CÁLCULO DE LONGITUDES EQUIVALENTES

Thermocouple and RTD Sensors

Thermocouples

- J, K, T, and E types

RTDs

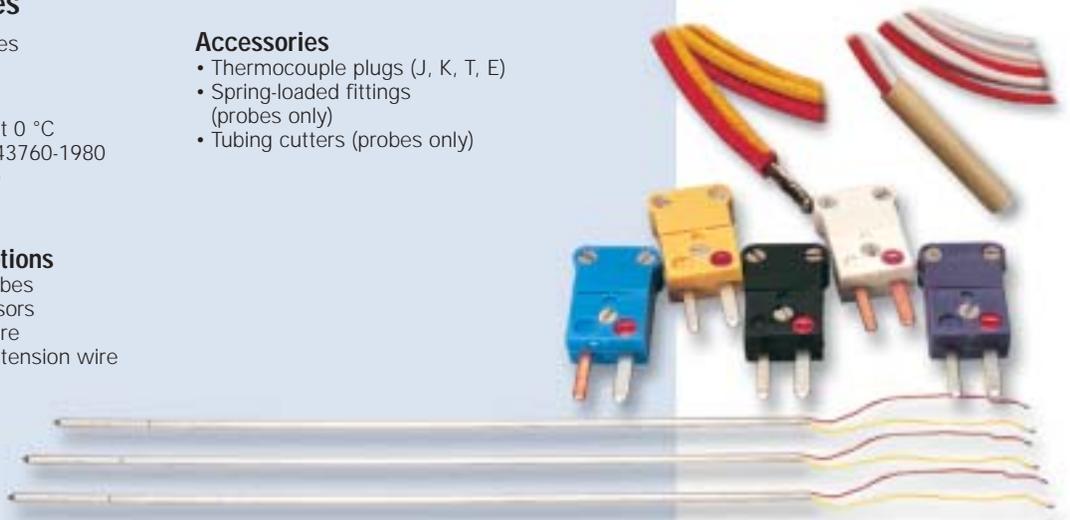
- Platinum 100 Ω at 0 °C
- Conform to DIN 43760-1980 (alpha = 0.00385)
- 3-wire

Configuration Options

- Field-cutable probes
- Ready-made sensors
- Thermocouple wire
- Thermocouple extension wire

Accessories

- Thermocouple plugs (J, K, T, E)
- Spring-loaded fittings (probes only)
- Tubing cutters (probes only)



Overview

NI offers thermocouples and RTDs for your measurement and automation systems. These sensors are available in versatile configurations – field-cutable probes and ready-made sensors. NI also offers spools of thermocouple wire and extension wire.

Thermocouples

Thermocouples are the most popular temperature measurement transducers available. Because of their low cost and wide temperature acceptance range, you can use thermocouples for a wide variety of applications in all industries. All NI thermocouples and extension wires are available in J, K, T, and E types and follow ANSI color coding specifications.

Field-Cutable Thermocouples

NI field-cutable thermocouples suit a wide variety of temperature applications. With field-cutable thermocouples, you can cut the metal sheathed probe to the desired length – from 8.9 to 61 cm (3.5 to 24 in.)

Ready-Made Thermocouples

For cost-sensitive applications, NI offers ready-made thermocouples – individual packets of thermocouple wire with the measuring junction provided at one end. Ready-made thermocouples are ideal for starter or educational applications.

Thermocouple and Extension Wire

For large-scale or custom temperature measurement applications, NI offers spools of thermocouple and extension wire. You are responsible for making the thermocouple junction.

Thermocouple Miniconnector Plugs

For applications requiring fast, easy connection and disconnection of thermocouples, we suggest thermocouple miniconnectors. These plugs work with any standard thermocouple miniconnector jack, including those available with the TC-2095, SCXI-1112, SC-2311, SC-2345, and CA-1000 Series connector panellets. Thermocouple miniconnector plugs come in quantities of 10, and are available for J, K, T, and E types.

RTDs

RTDs are popular for high-accuracy temperature measurement applications. NI offers 3-wire, 100 Ω platinum RTDs that conform to the DIN 43760-1980 (European) standard curve ($\alpha = 0.00385$). These RTDs are available as field-cutable metal sheathed probes and ready-made element configurations.

Field-Cutable RTDs

NI field-cutable RTDs are ideal for a wide variety of temperature applications. With field-cutable RTDs, you can cut the metal sheathed probe to the desired length – from 8.9 to 61 cm (3.5 to 24 in.).

Ready-Made RTDs

Ready-made RTDs offer solutions for cost-sensitive temperature measurement applications. Each RTD element is sealed in an Alumina tube, with three Teflon-coated leads, and can measure up to 204 °C (400 °F).

INFO CODES

For more information, or to order products online visit ni.com/info and enter:

tempensors

BUY ONLINE!

Thermocouple and RTD Sensors

Ordering Information

Field-Cuttable Thermocouples

J-type	
Grounded.....	745685-J01
Ungrounded.....	745685-J02
K-type	
Grounded.....	745685-K01
Ungrounded.....	745685-K02
T-type	
Grounded.....	745685-T01
Ungrounded.....	745685-T02
E-type	
Grounded.....	745685-E01
Ungrounded.....	745685-E02

Ready-Made Thermocouples

J-type	
1 m	745690-J001
2 m	745690-J002
K-type	
1 m	745690-K001
2 m	745690-K002
T-type	
1 m	745690-T001
2 m	745690-T002
E-type	
1 m	745690-E001
2 m	745690-E002

Thermocouple Wire

J-type	
30 m	745687-J030
300 m	745687-J300
K-type	
30 m	745687-K030
300 m	745687-K300

T-type	
30 m	745687-T030
300 m	745687-T300

E-type	
30 m	745687-E030
300 m	745687-E300

Thermocouple Extension Wire

Jx-type	
30 m	745689-J030
300 m	745689-J300

Kx-type	
30 m	745689-K030
300 m	745689-K300

Tx-type	
30 m	745689-T030
300 m	745689-T300

Ex-type	
30 m	745689-E030
300 m	745689-E300

Accessories

Thermocouple Miniconnector Plugs (Quantity 10)	
J type	745688-J10
K type	745688-K10
T type	745688-T10
E type	745688-E10
Uncompensated	745688-U10
Spring-loaded fitting.....	745688-32
Tubing cutter	745688-37

RTDs

Field-Cuttable RTD	
100 Ω, Pt, 3-wire	745686-01
Ready-Made RTDs	
1 m	745691-01
2 m	745691-02

Specifications

Thermocouple Characteristics

Extension Wire	
Temperature range.....	-20 to 221 °F (-6.7 to 105 °C)

RTD Characteristics

Type	Platinum
Resistance	100 Ω at 0 °C
Probe range	-58 to 900 °F (-50 to 482 °C)
Ready-made range.....	-58 to 400 °F (-50 to 204 °C)
Calibration	DIN 43760-1980 (European) Standard Curve (a = 0.00385)
Accuracy	±(0.3+0.005 t) °C (where t is the absolute value of the temperature being measured in °C)
Configuration.....	3-wire

Probe and Ready-Made Thermocouple Calibrations
 *Where error is given in percent, the percentage applies to the temperature being measured, not the range.

Calibration	Conductor		Temp. Range	Limits of Error ¹ (whichever is greater)
	Positive	Negative		
J-type	Iron (White)	Constantan (Red)	32 to 900 °F (0 to 482 °C)	±2.2 °C (4.0 °F) or ±0.75%
K-type	Chromel (Yellow)	Alumel (Red)	32 to 900 °F (0 to 482 °C)	±2.2 °C (4.0 °F) or ±0.75%
T-type (probe only)	Copper (Blue)	Constantan (Red)	-328 to 32 °F (-200 to 0 °C) 32 to 500 °F (0 to 260 °C)	±2.2 °C (4.0 °F) or ±0.75% ±1.0 °C (2.0 °F) or ±0.75%
T-type (ready-made only)	Copper (Blue)	Constantan (Red)	32 to 500 °F (0 to 260 °C)	±1.0 °C (2.0 °F) or ±0.75%
E-type	Chromel (Purple)	Constantan (Red)	32 to 900 °F (0 to 482 °C)	±1.7 °C (2.0 °F) or ±0.75%

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint

NI cFP-180x

- Distributed I/O interfaces for Ethernet and RS232 networks
- 4 or 8-slot Compact FieldPoint distributed Ethernet/serial network interfaces
- FieldPoint software for rapid distributed I/O access
- Modbus Support
- OPC server included
- Intelligent diagnostics and maintenance
- Industrial specifications for harsh environments
 - 50 g shock
 - 5 g vibration
 - -40 to 70 °C

Operating Systems

- Windows 2000/XP

Recommended Software

- LabVIEW
- LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module

Other Compatible Software

- LabWindows/CVI
- Measurement Studio
- Lookout
- VI Logger

Driver Software (included)

- Measurement & Automation Explorer
- OPC server (2.0 compliant)



Overview and Distributed Applications

National Instruments cFP-180x interfaces connect four or eight Compact FieldPoint I/O modules to a high-speed Ethernet network or to an RS232 serial port. With up to 100 Mb/s data communication rates and event-driven communications, an NI cFP-180x delivers a high-performance network connection for Compact FieldPoint that is easy to interface with a PC or PAC-like Compact FieldPoint embedded controller. One or more cFP-180x interfaces, connected by standard networking equipment, provide expanded I/O that you can control with a single Compact FieldPoint controller, see Figure 1. You can also build a PC-based distributed I/O and control system by connecting two or more cFP-180x devices to your PC.

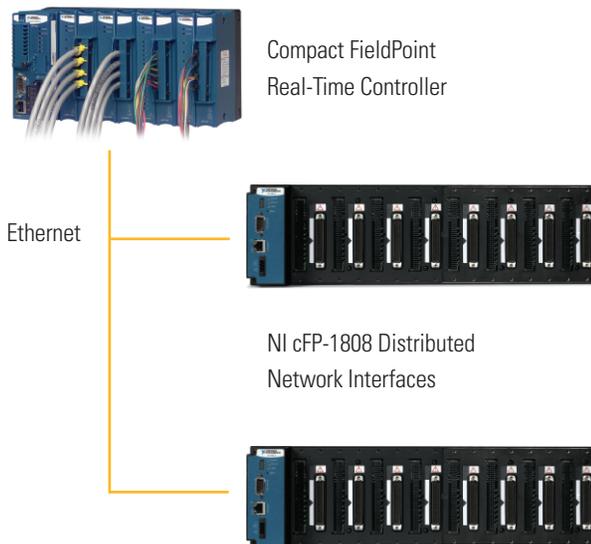


Figure 1. Expansion I/O for Compact FieldPoint Embedded Controller with cFP-1808 Network Interfaces

Hardware Architecture

A cFP-180x provides an integrated network interface (Ethernet or serial) and a 4 or 8-slot backplane, and it works with the same modules and connector blocks used in other Compact FieldPoint systems.

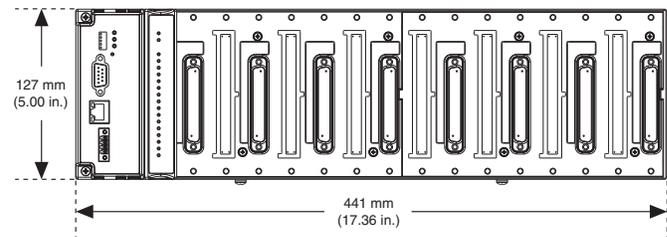


Figure 2. cFP-1808 Mechanical Dimensions

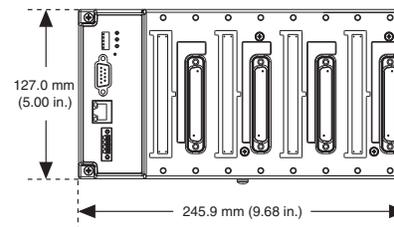


Figure 3. cFP-1804 Mechanical Dimensions

Building Ethernet-Based Distributed I/O Systems

A cFP-180x can communicate with Compact FieldPoint real-time embedded controllers; any Ethernet-based programmable automation controller (PAC); and a Windows computer running LabVIEW, LabWindows/CVI, Measurement Studio, Lookout, or your choice of OPC client application software. Using a cFP-180x, you can rapidly build flexible, modular distributed measurement and automation systems.

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint



Figure 4. Ethernet-based distributed systems work with Compact FieldPoint embedded controllers, PACs, human-machine interfaces, and Enterprise/SCADA systems.

Network Communications Interface

A cFP-180x connects directly to Ethernet networks, autonegotiating on the network for 10 Mb/s or 100 Mb/s communication rates. It includes an RJ-45 connector for connection to 10BaseT and 100BaseTX networks, using a protocol based on standard TCP/IP to maintain full compatibility with existing networks. FieldPoint builds on standard TCP/IP network protocols and adds a number of key enhancements, including event-driven communications and publisher-subscriber networking. In a publisher-subscriber architecture, one or more client PCs subscribe to I/O data from Compact FieldPoint banks. The network interface monitors connected I/O modules and publishes I/O data only when the value changes. Analog signals can change value within selectable ranges, called deadbands, without causing the system to report data. This event-driven method, along with data compression, helps you avoid unnecessary Ethernet traffic and maximizes communication efficiency. A cFP-180x also includes a standard DB-9 connector for RS232 serial communication. Through direct connectivity, you can read and write data directly from a program running on your PC or embedded controller. You access I/O through the serial interface using a serial protocol called Optomux, in the same way you would access data through classic FieldPoint network interfaces such as the FP-1000.

Configuring and Accessing Tags on a Compact FieldPoint System with LabVIEW 8

National Instruments LabVIEW 8 and Compact FieldPoint create a flexible PAC system that offers easy-to-access I/O through the FieldPoint programming environment. Accessing data from multiple cFP-180x distributed nodes with LabVIEW is as easy as three simple steps:

1. Configure IP address using NI Measurement & Automation Explorer (MAX)
 2. Import a FieldPoint configuration file or add a new Compact FieldPoint system
 3. Expand I/O in the LabVIEW Project and drag and drop I/O tags to VIs
- After configuring the IP address for a FieldPoint bank in MAX, either import the configuration file created from MAX, or simply add a new target to a LabVIEW Project as shown in Figure 5.

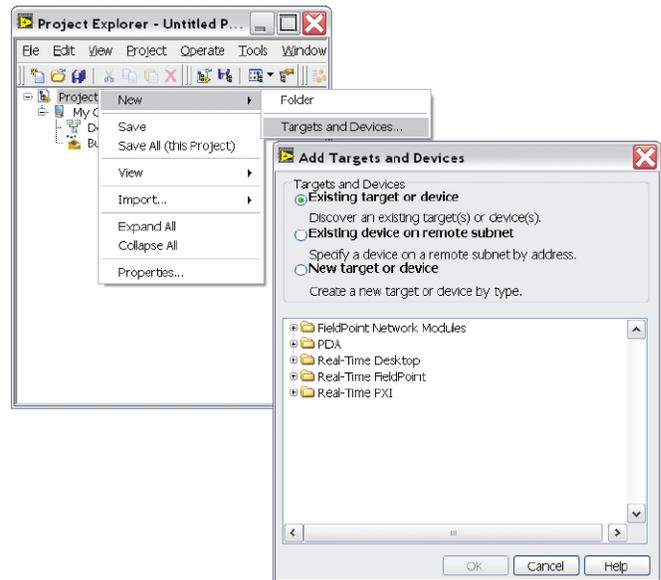


Figure 5. Add a new FieldPoint target to your LabVIEW 8 Project.

After adding all FieldPoint networks available on the network, you can expand each FieldPoint bank and see the I/O modules and tags available from the LabVIEW Project Explorer. Using these tags in an application is as easy as dragging the tag from the Project Explorer to the VI where the data is needed. LabVIEW automatically creates the correct FieldPoint read/write VI and associated tag.

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint

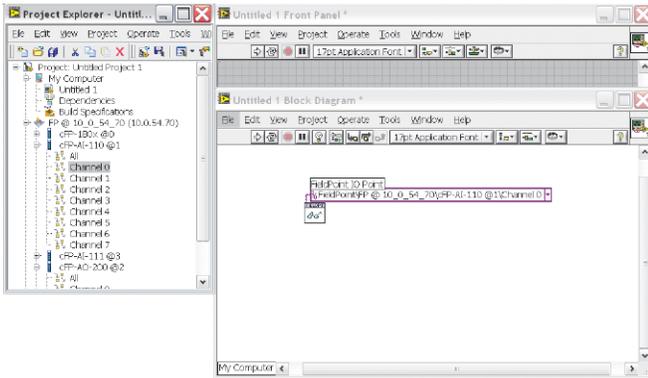


Figure 6. Drag and drop an I/O tag from a LabVIEW Project to any VI.

Accessing Network I/O Data on a cFP-180x Using Shared Variables

You can create a shared variable for any tag that is available on a cFP-180x bank connected to the network. You then can use this shared variable in multiple LabVIEW applications either targeted to Windows OS or running embedded on a Compact FieldPoint real-time controller such as the NI cFP-2120. To create a shared variable to be hosted on a Windows system, simply right-click on My Computer in the LabVIEW Project and select New Variable; select the option to bind this shared variable to a source, and then you can either select IO from your local LabVIEW Project or any I/O available on the network, as shown in Figure 7.

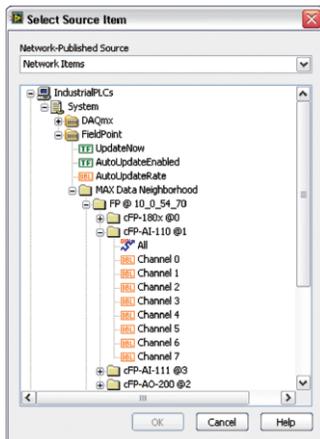


Figure 7. Compact FieldPoint distributed I/O channels are accessible as network items from LabVIEW.

After you create a shared variable, it appears in LabVIEW Project Manager and is available for use in your LabVIEW applications simply by dragging the variable from the Project Explorer to an existing VI (see Figure 8). From a PC, PAC, or embedded Compact FieldPoint controller, you can use MAX with LabVIEW 8 to configure I/O settings for the cFP-180x to access data on distributed Compact FieldPoint banks. Accessing distributed I/O is now easier than ever with LabVIEW 8 and a cFP-180x.

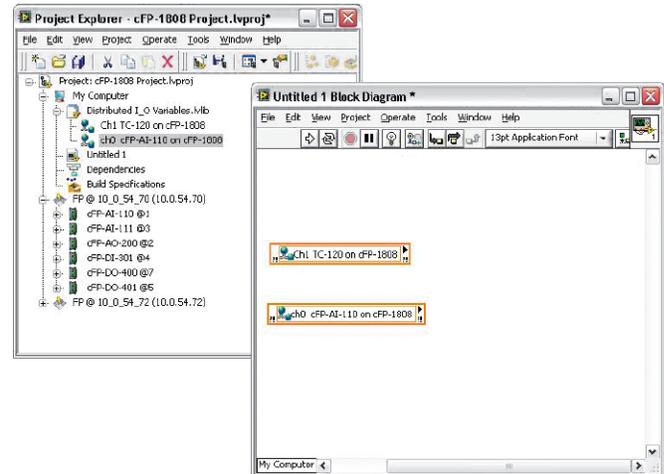


Figure 8. Use a shared variable to access distributed I/O for all channels.

Ordering Information

NI cFP-1808	779463-01
NI cFP-1804	779490-01
PS-5 (power supply 24 VDC, 5 A, universal power input)	778805-90

BUY NOW!

For complete product specifications, pricing, and accessory information, call (800) 813 3693 (U.S.) or go to ni.com/fieldpoint.

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint

Specifications

Network

Network interface	10BaseT and 100BaseTX Ethernet
Compatibility	IEEE802.3
Communication rates	10 or 100 Mb/s, autonegotiated
Maximum cabling distance	100 m/segment
Maximum power to I/O modules	9 W
Maximum number of banks	Determined by network topology

Serial Port

One RS232 (DCE) serial port	
Baud rate	300 to 115,200 b/s
Data bits	8
Stop bits	1
Parity	None
Flow control	None

Power Requirement

Power supply range	11 to 30 VDC
Recommended power supply	20 W
Power consumption	6.1 W + 1.1 (I/O module)

Safety Isolation Voltage

Isolation voltage is verified by a dielectric withstand test between module and backplane.

Continuous	250 V _{rms} , Measurement Category II
Withstand	2,300 V _{rms} , 5 s max

Physical Characteristics

Screw-terminal wiring	14 to 22 AWG copper wire with 7 mm (0.28 in.) of insulation stripped from the end
Torque for screw terminals	0.5 to 0.6 N • m (4.4 to 5.3 lb • in.)
Weight	
cFP-1804	935 g (2 lb 1 oz)
cFP-1808	1,595 g (3 lb 8 oz)

Environmental

FieldPoint modules are intended for indoor use only. For outdoor use, they must be installed in a suitable sealed enclosure.

Operating temperature	-40 to 70 °C
Storage temperature	-55 to 85 °C
Relative humidity	10 to 90%, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m; at higher altitudes the isolation voltage ratings must be lowered
Pollution Degree	2

Shock and Vibration

Operating vibration	
Random (IEC 60068-2-64)	10 to 500 Hz, 5 g _{rms}
Sinusoidal (IEC 60068-2-6)	10 to 500 Hz, 5 g
Operating shock	
(IEC 60068-2-27)	50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations; 30 g, 11 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1

Note: For UL, hazardous location, and other safety certifications, refer to the product label or visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Electromagnetic Compatibility

Emissions	EN 55011 Class A at 10 m FCC Part 15A above 1 GHz
Immunity	EN 61326:1997 + A2:2002, Table 1 CE, C-Tick, and FCC Part 15 (Class A) Compliant

Note: For EMC compliance, operate this device with shielded cabling.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European directives, as amended for CE marking, as follows:

Low-voltage directive (safety)	73/23/EEC
Electromagnetic compatibility directive (EMC)	89/336/EEC

Note: Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

NI Services and Support



NI has the services and support to meet your needs around the globe and through the application life cycle – from planning and development through deployment and ongoing maintenance. We offer services and service levels to meet customer requirements in research, design, validation, and manufacturing. Visit ni.com/services.

Training and Certification

NI training is the fastest, most certain route to productivity with our products. NI training can shorten your learning curve, save development time, and reduce maintenance costs over the application life cycle. We schedule instructor-led courses in cities worldwide, or we can hold a course at your facility. We also offer a professional certification program that identifies individuals who have high levels of skill and knowledge on using NI products. Visit ni.com/training.

Professional Services

Our Professional Services Team is comprised of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 600 independent consultants and

integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration.

Visit ni.com/alliance.



OEM Support

We offer design-in consulting and product integration assistance if you want to use our products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Local Sales and Technical Support

In offices worldwide, our staff is local to the country, giving you access to engineers who speak your language. NI delivers industry-leading technical support through online knowledge bases, our applications engineers, and access to 14,000 measurement and automation professionals within NI Developer Exchange forums. Find immediate answers to your questions at ni.com/support.

We also offer service programs that provide automatic upgrades to your application development environment and higher levels of technical support. Visit ni.com/ssp.

Hardware Services

NI Factory Installation Services

NI Factory Installation Services (FIS) is the fastest and easiest way to use your PXI or PXI/SCXI combination systems right out of the box. Trained NI technicians install the software and hardware and configure the system to your specifications. NI extends the standard warranty by one year on hardware components (controllers, chassis, modules) purchased with FIS. To use FIS, simply configure your system online with ni.com/pxiadvisor.

Calibration Services

NI recognizes the need to maintain properly calibrated devices for high-accuracy measurements. We provide manual calibration procedures, services to recalibrate your products, and automated calibration software specifically designed for use by metrology laboratories. Visit ni.com/calibration.

Repair and Extended Warranty

NI provides complete repair services for our products. Express repair and advance replacement services are also available. We offer extended warranties to help you meet project life-cycle requirements. Visit ni.com/services.



ni.com • (800) 813 3693

National Instruments • info@ni.com



Compact FieldPoint I/O Connectivity Accessories



Figure 1. cFP-CB-1 General-Purpose Connector Block



Figure 2. cFP-CB-3 Isothermal Connector Block for Thermocouple Measurement

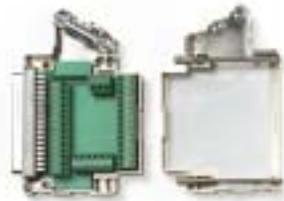


Figure 3. cFP-CB-11 Low-Profile Connector Block

Flexible I/O Connectivity

The Compact FieldPoint backplane provides standard 37-pin D-Sub connectors for the signals from the I/O modules. This provides you the flexibility to choose the connectivity method that works best for your application. You have three options to connect field wiring to the 37-pin D-Sub connectors:

1. Using an integrated connector block like the cFP-CB-1, cFP-CB-3, or cFP-CB-11
2. Using a cable to an external connector block mounted on a DIN rail
3. Making your own custom cable.

Integrated Connector Blocks

The most secure and compact connectivity option is to use the integrated connector blocks. We offer three connector blocks – the cFP-CB-1, the cFP-CB-3, and the cFP-CB-11.

cFP-CB-1 (See Figure 1)

The cFP-CB-1 is a general-purpose connector block suitable for any I/O module. With 36 terminals, the connector block simplifies wiring by eliminating the need to connect more than one wire to a terminal. The cFP-CB-1 also features both a built-in strain relief bar and a separate wire tie connector, making it easy to create secure wiring setups for high shock and vibration applications. Although both the cFP-CB-1 and the cFP-CB-3 feature a built-in thermistor for cold-junction compensation, we recommend using the cFP-CB-3 when measuring thermocouples.

cFP-CB-3 (See Figure 2)

The cFP-CB-3 connector block is designed for use with the cFP-TC-120 module. The cFP-CB-3 uses isothermal construction to minimize thermal gradients on the I/O terminals. This increases the accuracy of the thermistor that is used for cold-junction compensation. The cFP-CB-3 also features both a built-in strain relief bar and a separate wire tie connector, making it easy to create secure wiring setups for high shock and vibration applications.

cFP-CB-11 (See Figure 3)

The cFP-CB-11 is a low-profile, general-purpose connector block suitable for any I/O module except the thermocouple module. These connector blocks feature a side exit for the wiring, making them a good fit for applications with limited front clearance. Because the connector blocks are smaller, the cFP-CB-11 is best suited for applications that use small-gauge wire or that use only a few channels.

Connector Block	Number of Screw Terminals	Built-in CJC	High Shock and Vibration	Voltage Limit	Applications	Part Number
cFP-CB-1	36	✓	✓	250 V	General purpose	778618-01
cFP-CB-3	18	✓	✓	250 V	Isothermal for thermocouple	778618-03
cFP-CB-11	37	–	–	24 V	Low wiring density and low clearance	778618-11

Thermocouple and RTD Sensors

Thermocouples

- J, K, T, and E types

RTDs

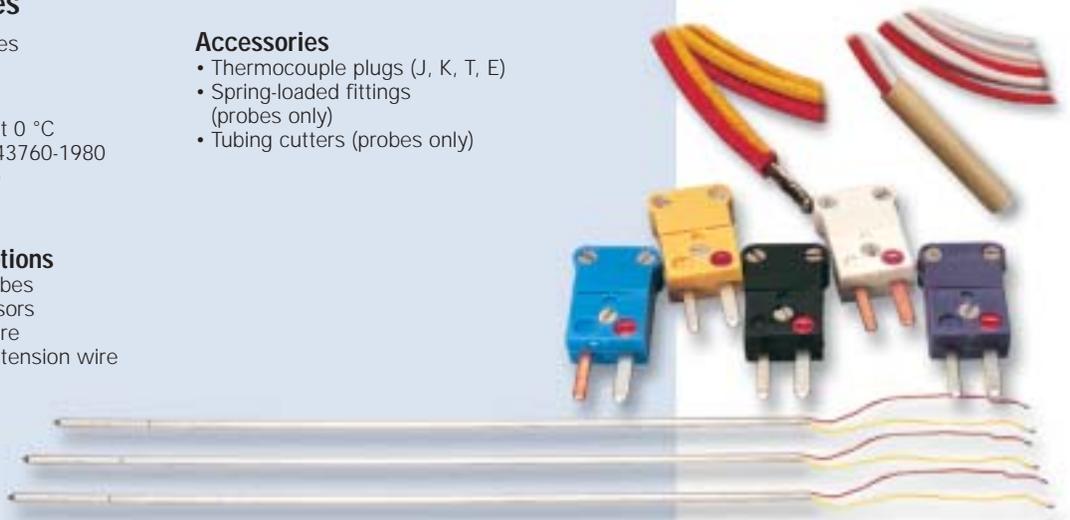
- Platinum 100 Ω at 0 °C
- Conform to DIN 43760-1980 (alpha = 0.00385)
- 3-wire

Configuration Options

- Field-cutable probes
- Ready-made sensors
- Thermocouple wire
- Thermocouple extension wire

Accessories

- Thermocouple plugs (J, K, T, E)
- Spring-loaded fittings (probes only)
- Tubing cutters (probes only)



Overview

NI offers thermocouples and RTDs for your measurement and automation systems. These sensors are available in versatile configurations – field-cutable probes and ready-made sensors. NI also offers spools of thermocouple wire and extension wire.

Thermocouples

Thermocouples are the most popular temperature measurement transducers available. Because of their low cost and wide temperature acceptance range, you can use thermocouples for a wide variety of applications in all industries. All NI thermocouples and extension wires are available in J, K, T, and E types and follow ANSI color coding specifications.

Field-Cutable Thermocouples

NI field-cutable thermocouples suit a wide variety of temperature applications. With field-cutable thermocouples, you can cut the metal sheathed probe to the desired length – from 8.9 to 61 cm (3.5 to 24 in.)

Ready-Made Thermocouples

For cost-sensitive applications, NI offers ready-made thermocouples – individual packets of thermocouple wire with the measuring junction provided at one end. Ready-made thermocouples are ideal for starter or educational applications.

Thermocouple and Extension Wire

For large-scale or custom temperature measurement applications, NI offers spools of thermocouple and extension wire. You are responsible for making the thermocouple junction.

Thermocouple Miniconnector Plugs

For applications requiring fast, easy connection and disconnection of thermocouples, we suggest thermocouple miniconnectors. These plugs work with any standard thermocouple miniconnector jack, including those available with the TC-2095, SCXI-1112, SC-2311, SC-2345, and CA-1000 Series connector panellets. Thermocouple miniconnector plugs come in quantities of 10, and are available for J, K, T, and E types.

RTDs

RTDs are popular for high-accuracy temperature measurement applications. NI offers 3-wire, 100 Ω platinum RTDs that conform to the DIN 43760-1980 (European) standard curve (a = 0.00385). These RTDs are available as field-cutable metal sheathed probes and ready-made element configurations.

Field-Cutable RTDs

NI field-cutable RTDs are ideal for a wide variety of temperature applications. With field-cutable RTDs, you can cut the metal sheathed probe to the desired length – from 8.9 to 61 cm (3.5 to 24 in.).

Ready-Made RTDs

Ready-made RTDs offer solutions for cost-sensitive temperature measurement applications. Each RTD element is sealed in an Alumina tube, with three Teflon-coated leads, and can measure up to 204 °C (400 °F).

INFO CODES

For more information, or to order products online visit ni.com/info and enter:

tempensors

BUY ONLINE!

Thermocouple and RTD Sensors

Ordering Information

Field-Cuttable Thermocouples

J-type	
Grounded.....	745685-J01
Ungrounded.....	745685-J02
K-type	
Grounded.....	745685-K01
Ungrounded.....	745685-K02
T-type	
Grounded.....	745685-T01
Ungrounded.....	745685-T02
E-type	
Grounded.....	745685-E01
Ungrounded.....	745685-E02

Ready-Made Thermocouples

J-type	
1 m	745690-J001
2 m	745690-J002
K-type	
1 m	745690-K001
2 m	745690-K002
T-type	
1 m	745690-T001
2 m	745690-T002
E-type	
1 m	745690-E001
2 m	745690-E002

Thermocouple Wire

J-type	
30 m	745687-J030
300 m	745687-J300
K-type	
30 m	745687-K030
300 m	745687-K300

T-type	
30 m	745687-T030
300 m	745687-T300

E-type	
30 m	745687-E030
300 m	745687-E300

Thermocouple Extension Wire

Jx-type	
30 m	745689-J030
300 m	745689-J300

Kx-type	
30 m	745689-K030
300 m	745689-K300

Tx-type	
30 m	745689-T030
300 m	745689-T300

Ex-type	
30 m	745689-E030
300 m	745689-E300

Accessories

Thermocouple Miniconnector Plugs (Quantity 10)	
J type	745688-J10
K type	745688-K10
T type	745688-T10
E type	745688-E10
Uncompensated	745688-U10
Spring-loaded fitting.....	745688-32
Tubing cutter	745688-37

RTDs

Field-Cuttable RTD	
100 Ω, Pt, 3-wire	745686-01
Ready-Made RTDs	
1 m	745691-01
2 m	745691-02

Specifications

Thermocouple Characteristics

Extension Wire	
Temperature range.....	-20 to 221 °F (-6.7 to 105 °C)

RTD Characteristics

Type	Platinum
Resistance	100 Ω at 0 °C
Probe range	-58 to 900 °F (-50 to 482 °C)
Ready-made range.....	-58 to 400 °F (-50 to 204 °C)
Calibration	DIN 43760-1980 (European) Standard Curve (a = 0.00385)
Accuracy	±(0.3+0.005 t) °C (where t is the absolute value of the temperature being measured in °C)
Configuration.....	3-wire

Probe and Ready-Made Thermocouple Calibrations
 *Where error is given in percent, the percentage applies to the temperature being measured, not the range.

Calibration	Conductor		Temp. Range	Limits of Error ¹ (whichever is greater)
	Positive	Negative		
J-type	Iron (White)	Constantan (Red)	32 to 900 °F (0 to 482 °C)	±2.2 °C (4.0 °F) or ±0.75%
K-type	Chromel (Yellow)	Alumel (Red)	32 to 900 °F (0 to 482 °C)	±2.2 °C (4.0 °F) or ±0.75%
T-type (probe only)	Copper (Blue)	Constantan (Red)	-328 to 32 °F (-200 to 0 °C) 32 to 500 °F (0 to 260 °C)	±2.2 °C (4.0 °F) or ±0.75% ±1.0 °C (2.0 °F) or ±0.75%
T-type (ready-made only)	Copper (Blue)	Constantan (Red)	32 to 500 °F (0 to 260 °C)	±1.0 °C (2.0 °F) or ±0.75%
E-type	Chromel (Purple)	Constantan (Red)	32 to 900 °F (0 to 482 °C)	±1.7 °C (2.0 °F) or ±0.75%

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint

NI cFP-180x

- Distributed I/O interfaces for Ethernet and RS232 networks
- 4 or 8-slot Compact FieldPoint distributed Ethernet/serial network interfaces
- FieldPoint software for rapid distributed I/O access
- Modbus Support
- OPC server included
- Intelligent diagnostics and maintenance
- Industrial specifications for harsh environments
 - 50 g shock
 - 5 g vibration
 - -40 to 70 °C

Operating Systems

- Windows 2000/XP

Recommended Software

- LabVIEW
- LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module

Other Compatible Software

- LabWindows/CVI
- Measurement Studio
- Lookout
- VI Logger

Driver Software (included)

- Measurement & Automation Explorer
- OPC server (2.0 compliant)



Overview and Distributed Applications

National Instruments cFP-180x interfaces connect four or eight Compact FieldPoint I/O modules to a high-speed Ethernet network or to an RS232 serial port. With up to 100 Mb/s data communication rates and event-driven communications, an NI cFP-180x delivers a high-performance network connection for Compact FieldPoint that is easy to interface with a PC or PAC-like Compact FieldPoint embedded controller. One or more cFP-180x interfaces, connected by standard networking equipment, provide expanded I/O that you can control with a single Compact FieldPoint controller, see Figure 1. You can also build a PC-based distributed I/O and control system by connecting two or more cFP-180x devices to your PC.

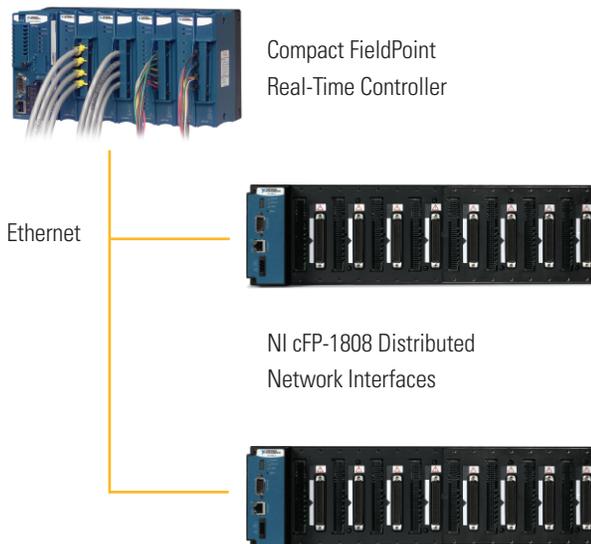


Figure 1. Expansion I/O for Compact FieldPoint Embedded Controller with cFP-1808 Network Interfaces

Hardware Architecture

A cFP-180x provides an integrated network interface (Ethernet or serial) and a 4 or 8-slot backplane, and it works with the same modules and connector blocks used in other Compact FieldPoint systems.

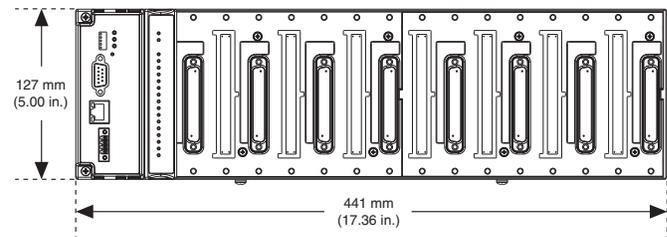


Figure 2. cFP-1808 Mechanical Dimensions

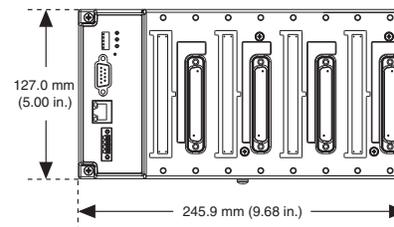


Figure 3. cFP-1804 Mechanical Dimensions

Building Ethernet-Based Distributed I/O Systems

A cFP-180x can communicate with Compact FieldPoint real-time embedded controllers; any Ethernet-based programmable automation controller (PAC); and a Windows computer running LabVIEW, LabWindows/CVI, Measurement Studio, Lookout, or your choice of OPC client application software. Using a cFP-180x, you can rapidly build flexible, modular distributed measurement and automation systems.

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint



Figure 4. Ethernet-based distributed systems work with Compact FieldPoint embedded controllers, PACs, human-machine interfaces, and Enterprise/SCADA systems.

Network Communications Interface

A cFP-180x connects directly to Ethernet networks, autonegotiating on the network for 10 Mb/s or 100 Mb/s communication rates. It includes an RJ-45 connector for connection to 10BaseT and 100BaseTX networks, using a protocol based on standard TCP/IP to maintain full compatibility with existing networks. FieldPoint builds on standard TCP/IP network protocols and adds a number of key enhancements, including event-driven communications and publisher-subscriber networking. In a publisher-subscriber architecture, one or more client PCs subscribe to I/O data from Compact FieldPoint banks. The network interface monitors connected I/O modules and publishes I/O data only when the value changes. Analog signals can change value within selectable ranges, called deadbands, without causing the system to report data. This event-driven method, along with data compression, helps you avoid unnecessary Ethernet traffic and maximizes communication efficiency. A cFP-180x also includes a standard DB-9 connector for RS232 serial communication. Through direct connectivity, you can read and write data directly from a program running on your PC or embedded controller. You access I/O through the serial interface using a serial protocol called Optomux, in the same way you would access data through classic FieldPoint network interfaces such as the FP-1000.

Configuring and Accessing Tags on a Compact FieldPoint System with LabVIEW 8

National Instruments LabVIEW 8 and Compact FieldPoint create a flexible PAC system that offers easy-to-access I/O through the FieldPoint programming environment. Accessing data from multiple cFP-180x distributed nodes with LabVIEW is as easy as three simple steps:

1. Configure IP address using NI Measurement & Automation Explorer (MAX)
 2. Import a FieldPoint configuration file or add a new Compact FieldPoint system
 3. Expand I/O in the LabVIEW Project and drag and drop I/O tags to VIs
- After configuring the IP address for a FieldPoint bank in MAX, either import the configuration file created from MAX, or simply add a new target to a LabVIEW Project as shown in Figure 5.

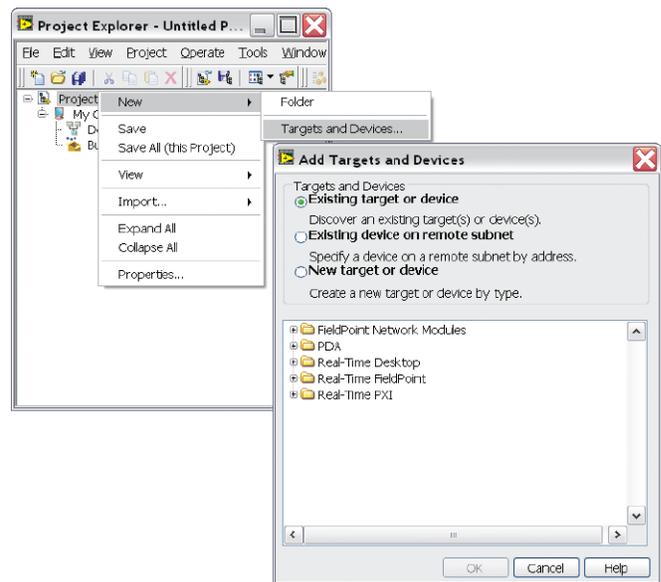


Figure 5. Add a new FieldPoint target to your LabVIEW 8 Project.

After adding all FieldPoint networks available on the network, you can expand each FieldPoint bank and see the I/O modules and tags available from the LabVIEW Project Explorer. Using these tags in an application is as easy as dragging the tag from the Project Explorer to the VI where the data is needed. LabVIEW automatically creates the correct FieldPoint read/write VI and associated tag.

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint

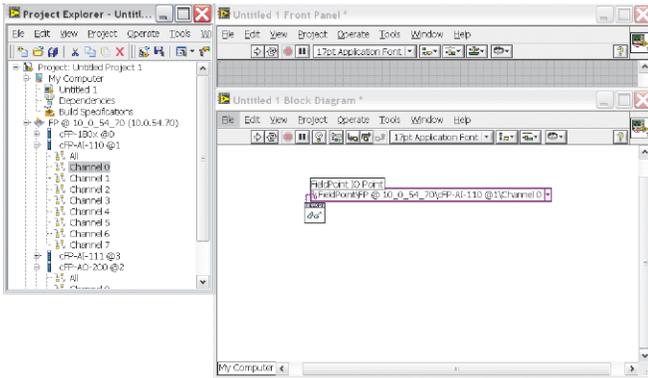


Figure 6. Drag and drop an I/O tag from a LabVIEW Project to any VI.

Accessing Network I/O Data on a cFP-180x Using Shared Variables

You can create a shared variable for any tag that is available on a cFP-180x bank connected to the network. You then can use this shared variable in multiple LabVIEW applications either targeted to Windows OS or running embedded on a Compact FieldPoint real-time controller such as the NI cFP-2120. To create a shared variable to be hosted on a Windows system, simply right-click on My Computer in the LabVIEW Project and select New Variable; select the option to bind this shared variable to a source, and then you can either select IO from your local LabVIEW Project or any I/O available on the network, as shown in Figure 7.

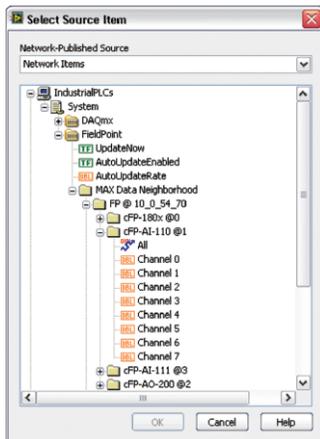


Figure 7. Compact FieldPoint distributed I/O channels are accessible as network items from LabVIEW.

After you create a shared variable, it appears in LabVIEW Project Manager and is available for use in your LabVIEW applications simply by dragging the variable from the Project Explorer to an existing VI (see Figure 8). From a PC, PAC, or embedded Compact FieldPoint controller, you can use MAX with LabVIEW 8 to configure I/O settings for the cFP-180x to access data on distributed Compact FieldPoint banks. Accessing distributed I/O is now easier than ever with LabVIEW 8 and a cFP-180x.

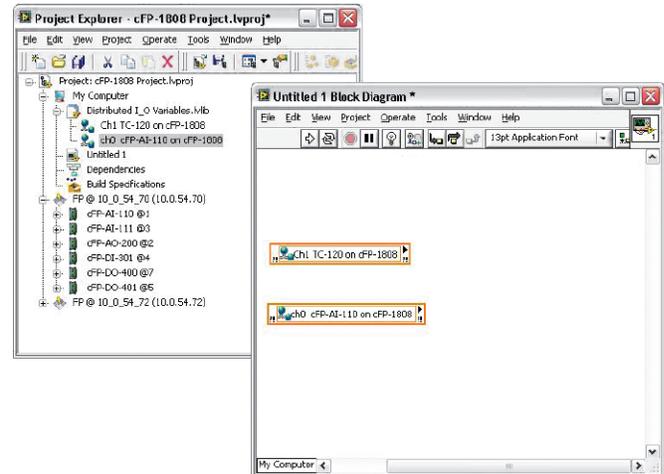


Figure 8. Use a shared variable to access distributed I/O for all channels.

Ordering Information

NI cFP-1808	779463-01
NI cFP-1804	779490-01
PS-5 (power supply 24 VDC, 5 A, universal power input)	778805-90

BUY NOW!

For complete product specifications, pricing, and accessory information, call (800) 813 3693 (U.S.) or go to ni.com/fieldpoint.

Ethernet/Serial Interfaces for Compact FieldPoint

Specifications

Network

Network interface	10BaseT and 100BaseTX Ethernet
Compatibility	IEEE802.3
Communication rates	10 or 100 Mb/s, autonegotiated
Maximum cabling distance	100 m/segment
Maximum power to I/O modules	9 W
Maximum number of banks	Determined by network topology

Serial Port

One RS232 (DCE) serial port	
Baud rate	300 to 115,200 b/s
Data bits	8
Stop bits	1
Parity	None
Flow control	None

Power Requirement

Power supply range	11 to 30 VDC
Recommended power supply	20 W
Power consumption	6.1 W + 1.1 (I/O module)

Safety Isolation Voltage

Isolation voltage is verified by a dielectric withstand test between module and backplane.

Continuous	250 V _{rms} , Measurement Category II
Withstand	2,300 V _{rms} , 5 s max

Physical Characteristics

Screw-terminal wiring	14 to 22 AWG copper wire with 7 mm (0.28 in.) of insulation stripped from the end
Torque for screw terminals	0.5 to 0.6 N • m (4.4 to 5.3 lb • in.)
Weight	
cFP-1804	935 g (2 lb 1 oz)
cFP-1808	1,595 g (3 lb 8 oz)

Environmental

FieldPoint modules are intended for indoor use only. For outdoor use, they must be installed in a suitable sealed enclosure.

Operating temperature	-40 to 70 °C
Storage temperature	-55 to 85 °C
Relative humidity	10 to 90%, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m; at higher altitudes the isolation voltage ratings must be lowered
Pollution Degree	2

Shock and Vibration

Operating vibration	
Random (IEC 60068-2-64)	10 to 500 Hz, 5 g _{rms}
Sinusoidal (IEC 60068-2-6)	10 to 500 Hz, 5 g
Operating shock	
(IEC 60068-2-27)	50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations; 30 g, 11 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 61010-1
- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1

Note: For UL, hazardous location, and other safety certifications, refer to the product label or visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

Electromagnetic Compatibility

Emissions	EN 55011 Class A at 10 m FCC Part 15A above 1 GHz
Immunity	EN 61326:1997 + A2:2002, Table 1 CE, C-Tick, and FCC Part 15 (Class A) Compliant

Note: For EMC compliance, operate this device with shielded cabling.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European directives, as amended for CE marking, as follows:

Low-voltage directive (safety)	73/23/EEC
Electromagnetic compatibility directive (EMC)	89/336/EEC

Note: Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification, search by model number or product line, and click the appropriate link in the Certification column.

NI Services and Support



NI has the services and support to meet your needs around the globe and through the application life cycle – from planning and development through deployment and ongoing maintenance. We offer services and service levels to meet customer requirements in research, design, validation, and manufacturing. Visit ni.com/services.

Training and Certification

NI training is the fastest, most certain route to productivity with our products. NI training can shorten your learning curve, save development time, and reduce maintenance costs over the application life cycle. We schedule instructor-led courses in cities worldwide, or we can hold a course at your facility. We also offer a professional certification program that identifies individuals who have high levels of skill and knowledge on using NI products. Visit ni.com/training.

Professional Services

Our Professional Services Team is comprised of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 600 independent consultants and

integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration.

Visit ni.com/alliance.



OEM Support

We offer design-in consulting and product integration assistance if you want to use our products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Local Sales and Technical Support

In offices worldwide, our staff is local to the country, giving you access to engineers who speak your language. NI delivers industry-leading technical support through online knowledge bases, our applications engineers, and access to 14,000 measurement and automation professionals within NI Developer Exchange forums. Find immediate answers to your questions at ni.com/support.

We also offer service programs that provide automatic upgrades to your application development environment and higher levels of technical support. Visit ni.com/ssp.

Hardware Services

NI Factory Installation Services

NI Factory Installation Services (FIS) is the fastest and easiest way to use your PXI or PXI/SCXI combination systems right out of the box. Trained NI technicians install the software and hardware and configure the system to your specifications. NI extends the standard warranty by one year on hardware components (controllers, chassis, modules) purchased with FIS. To use FIS, simply configure your system online with ni.com/pxiadvisor.

Calibration Services

NI recognizes the need to maintain properly calibrated devices for high-accuracy measurements. We provide manual calibration procedures, services to recalibrate your products, and automated calibration software specifically designed for use by metrology laboratories. Visit ni.com/calibration.

Repair and Extended Warranty

NI provides complete repair services for our products. Express repair and advance replacement services are also available. We offer extended warranties to help you meet project life-cycle requirements. Visit ni.com/services.



ni.com • (800) 813 3693

National Instruments • info@ni.com



Compact FieldPoint I/O Connectivity Accessories



Figure 1. cFP-CB-1 General-Purpose Connector Block



Figure 2. cFP-CB-3 Isothermal Connector Block for Thermocouple Measurement

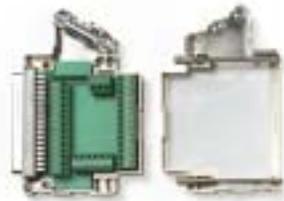


Figure 3. cFP-CB-11 Low-Profile Connector Block

Flexible I/O Connectivity

The Compact FieldPoint backplane provides standard 37-pin D-Sub connectors for the signals from the I/O modules. This provides you the flexibility to choose the connectivity method that works best for your application. You have three options to connect field wiring to the 37-pin D-Sub connectors:

1. Using an integrated connector block like the cFP-CB-1, cFP-CB-3, or cFP-CB-11
2. Using a cable to an external connector block mounted on a DIN rail
3. Making your own custom cable.

Integrated Connector Blocks

The most secure and compact connectivity option is to use the integrated connector blocks. We offer three connector blocks – the cFP-CB-1, the cFP-CB-3, and the cFP-CB-11.

cFP-CB-1 (See Figure 1)

The cFP-CB-1 is a general-purpose connector block suitable for any I/O module. With 36 terminals, the connector block simplifies wiring by eliminating the need to connect more than one wire to a terminal. The cFP-CB-1 also features both a built-in strain relief bar and a separate wire tie connector, making it easy to create secure wiring setups for high shock and vibration applications. Although both the cFP-CB-1 and the cFP-CB-3 feature a built-in thermistor for cold-junction compensation, we recommend using the cFP-CB-3 when measuring thermocouples.

cFP-CB-3 (See Figure 2)

The cFP-CB-3 connector block is designed for use with the cFP-TC-120 module. The cFP-CB-3 uses isothermal construction to minimize thermal gradients on the I/O terminals. This increases the accuracy of the thermistor that is used for cold-junction compensation. The cFP-CB-3 also features both a built-in strain relief bar and a separate wire tie connector, making it easy to create secure wiring setups for high shock and vibration applications.

cFP-CB-11 (See Figure 3)

The cFP-CB-11 is a low-profile, general-purpose connector block suitable for any I/O module except the thermocouple module. These connector blocks feature a side exit for the wiring, making them a good fit for applications with limited front clearance. Because the connector blocks are smaller, the cFP-CB-11 is best suited for applications that use small-gauge wire or that use only a few channels.

Connector Block	Number of Screw Terminals	Built-in CJC	High Shock and Vibration	Voltage Limit	Applications	Part Number
cFP-CB-1	36	✓	✓	250 V	General purpose	778618-01
cFP-CB-3	18	✓	✓	250 V	Isothermal for thermocouple	778618-03
cFP-CB-11	37	–	–	24 V	Low wiring density and low clearance	778618-11

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

NI cFP-TC-120, NI cFP-TC-125, NI cFP-RTD-122, NI cFP-RTD-124

- 8 temperature inputs
 - Thermocouple or millivolt
 - 2, 3, or 4-wire RTD
- Built-in signal conditioning between channels
 - 250 V common-mode isolation on TC-125
 - 50 and 60 Hz noise rejection
- 16-bit resolution
- Input ranges configurable in software for each channel
- 2,300 V_{rms} bank isolation for transient overvoltage protection
- Hot-swappable with autoconfiguration
- -40 to 70 °C operating range



Module	Input Channels	Resolution (bits)	Input Type	Input Ranges Software Configurable per Channel	50/60 Hz Noise Filter	All-Channel Update Period	Common-Mode Between Channels	Safety Isolation
cFP-TC-120	8	16	Thermocouple Millivolt	J,K,R,S,T,N,E, and B ±25 mV, ±50 mV, ±100 mV, -20 to 80 mV	✓	1.13 s (0.88 Hz)	–	2,300 V _{rms} bank isolation
cFP-TC-125	8	16	Thermocouple Millivolt	J,K,R,S,T,N,E, and B -20 to 80 mV	✓	0.22 s (Filter Off) 0.99 s (Filter On)	250 V _{rms}	2,300 V _{rms} bank isolation
cFP-RTD-122	8	16	2, 3-Wire RTD Resistance	Pt 100, Pt 1,000 0 to 400, 0 to 4000 Ω	✓	1.08 s (0.93 Hz)	–	2,300 V _{rms} bank isolation
cFP-RTD-124	8	16	2, 4-Wire RTD Resistance	Pt 100 0 to 400 Ω	✓	1.08 s (0.93 Hz)	–	2,300 V _{rms} bank isolation

Overview

The National Instruments cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x are versatile temperature input modules for Compact FieldPoint, used to measure thermocouples, millivolt-level voltages, thermistors, and 2, 3, and 4-wire RTDs. They are used in applications such as temperature chamber control, device testing, and process control. Thermocouples are low-cost, flexible temperature devices. RTD sensors are used in applications for acquiring temperatures with high accuracy. Two and 3-wire RTDs work well for applications with short signal wires and low noise levels; 4-wire RTDs are well-suited for applications with long signal wires or high noise levels. All of these I/O modules include overranging and onboard diagnostics to ensure trouble-free installation and maintenance. The modules measure and linearize signals on board to return scaled values to your control or monitoring software. NI cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules have NIST-traceable calibration certificates (available on request), ensuring accurate and reliable analog measurements.

Compact FieldPoint

Compact FieldPoint is designed for industrial control applications that perform advanced embedded control, data logging, headless operation, and Ethernet connectivity. Compact FieldPoint, a rugged, reliable NI platform, is designed for industrial and mobile environments with high shock, vibration, and temperature extremes.

Isolation

The cFP-TC-125 provides 250 V_{rms} common-mode voltage protection between channels, and all cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules feature optical bank isolation with 2,300 V_{rms} of breakdown isolation. In addition, the cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x provide double insulation for up to 250 V_{rms} of operational isolation. You can safely use Compact FieldPoint with the cFP-CB-1 or cFP-CB-3 connector block in applications where hazardous voltages are present.

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

Smart I/O Modules

The cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules offer 16-bit resolution for high-accuracy measurements, and you can connect directly to industrial sensors or units under test with the safety isolation available. The modules filter, calibrate, and scale raw sensor signals to engineering units, as well as perform self-diagnostics to look for problems such as open thermocouples. With cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules, your software application reads a linearized, calibrated, scaled value from the I/O module, eliminating the error-prone step of converting binary values to temperature. For increased accuracy and noise rejection, the modules use a 16-bit delta-sigma ADC with an integrated lowpass filter on each channel, which is configured for 50 and 60 Hz rejection. With high-accuracy 16-bit delta-sigma ADCs on the I/O modules, you also get instrument-quality measurements on an industrially rugged, distributed, embedded system. cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules offer a variety of different update rates to fit your application, ranging from 0.22 s with filters off and 1.08 to 1.13 s with filters enabled. Overall data throughput depends on filter settings across all channels, software loop speeds, and network speeds.

cFP-TC-120

The cFP-TC-120 includes eight differential inputs for thermocouples. It also provides cold-junction compensation using a thermistor embedded in the connector block. An onboard microcontroller compensates and linearizes the thermocouple reading to the NIST IST-90 standard, using an advanced linearization routine for maximum accuracy.

cFP-TC-125

In addition to the thermistor and linearization features of the cFP-TC-120, the cFP-TC-125 provides 250 V_{rms} of common-mode rejection, ideal for applications where differences in voltages might exist between connected thermocouples. The cFP-TC-125 also provides 0.22 s update rates when the 50/60 Hz filter is not enabled.

cFP-RTD-122

The cFP-RTD-122 includes eight inputs for 2 and 3-wire RTDs. The module uses a stable current source for sensor excitation and an onboard microcontroller that linearizes and scales the measurements to temperature units. You can configure each channel of the module to return data scaled to temperature ($^{\circ}C$, $^{\circ}F$, or $^{\circ}K$) or resistance. The 3-wire configuration used with the cFP-RTD-122 eliminates errors caused by lead wire resistance but does not reduce errors caused by noise. If your application involves high noise or long wires, you should use 4-wire RTDs with the cFP-RTD-124.

cFP-RTD-124

The cFP-RTD-124 includes eight inputs for 2 and 4-wire RTDs. The module uses a stable current source for sensor excitation and an onboard microcontroller that linearizes and scales the measurements to temperature units. You can configure each channel of the modules to return data scaled to temperature ($^{\circ}C$, $^{\circ}F$, or $^{\circ}K$) or resistance. Four-wire RTDs used with the cFP-RTD-124 are ideal for applications involving long signal wires or high signal noise. The 4-wire configuration eliminates the voltage drop caused by lead wire resistance and reduces errors caused by noise.

Isothermal Connectivity for the cFP-TC-12x

For maximum accuracy, NI recommends using an isothermal connector block with the cFP-TC-12x. The cFP-CB-3 isothermal connector block minimizes the temperature gradient across wiring connections, improving the accuracy of the cold-junction measurement, and, therefore, of thermocouple measurements.

Compact FieldPoint I/O Connections

Compact FieldPoint modules include a built-in power distribution bus that provides multiple power connections on the module. A field-wired power supply connected to the voltage (V) and common (C) terminals is internally connected to a power distribution bus that provides additional breakout terminals for voltage supply (VSUP) and common (COM). These terminals offer a convenient way to distribute power to field devices that require external power.

Each cFP-TC-12x input channel has two terminals for differential input:

1. Thermocouple positive input (IN+)
2. Thermocouple negative input (IN-)

Each cFP-RTD-122 input channel has three terminals:

1. Excitation output (EXCITE)
2. Sensing input (SENSE)
3. Common input (COM)

Each cFP-RTD-124 input channel has four terminals:

1. Excitation output (EXCITE)
2. Positive sensing input (SENSE+)
3. Negative sensing input (SENSE-)
4. Common input (COM)

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

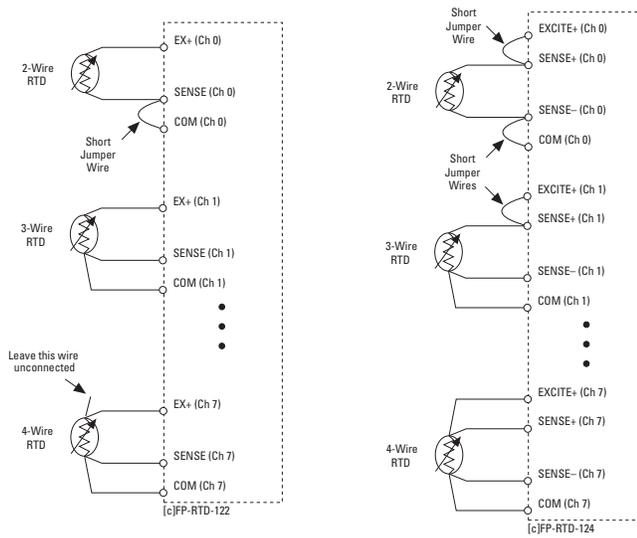


Figure 1. Wiring Diagram for cFP-RTD-12x

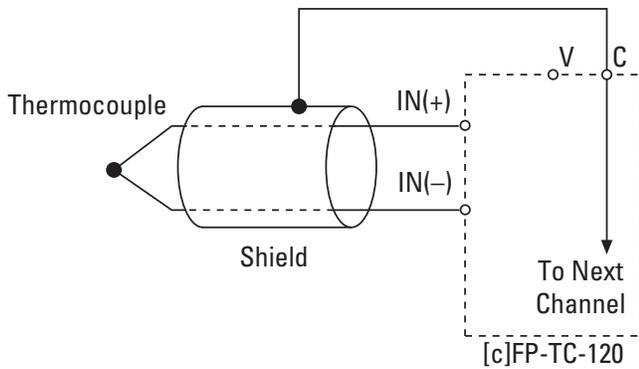


Figure 2. Wiring Diagram for cFP-TC-120

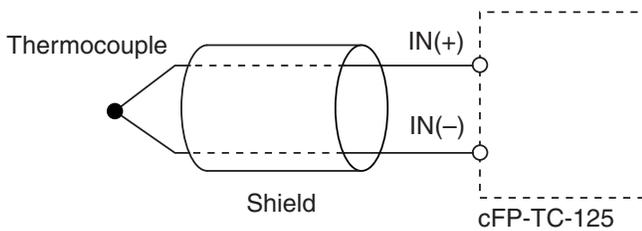


Figure 3. Wiring Diagram for cFP-TC-125
Note: Connections will depend on the application.

Ordering Information

NI cFP-TC-120	777318-120
NI cFP-TC-125	777318-125
NI cFP-RTD-122	777318-122
NI cFP-RTD-124	777318-124

Recommended System Products

NI cFP-2120	777317-2120
NI cFP-1804	779490-01
NI cFP-BP-4	778617-04
NI cFP-CB-1	778618-01
NI cFP-CB-3	778618-03
NI PS-5 Power Supply	778805-90

BUY NOW!

For complete product specifications, pricing, and accessory information, call (800) 813 3693 (U.S.) or go to ni.com/advisors.

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

Specifications

Typical for -40 to 70 °C unless otherwise noted.

Input Characteristics

Number of inputs	8
ADC resolution	16 bits, 1 in 65,536
Type of ADC	Delta-sigma
Filters	50/60 Hz rejection
Excitation current	
cFP-RTD-122	0.25 mA
cFP-RTD-124	2 mA
Data scaling options	
cFP-TC-120	Temperature (°C, °F, °K) or mV
cFP-RTD-12x	Temperature (°C, °F, °K) or resistance (Ω)
Update period, all channels	
cFP-TC-125	
Filter off	0.22 s
Filter on	0.99 s
cFP-TC-120	1.13 s
cFP-RTD-12x	1.08 s
Signal input bandwidth	
cFP-TC-120	3 Hz
cFP-TC-125	12 Hz
Cold-junction accuracy cFP-TC-12x	
With cFP-CB-3 connector block	0.25 °C typ, 0.5 °C max
Input impedance (cFP-TC-12x)	20 MΩ
Input current (cFP-TC-12x)	35 nA typ, 140 nA max
Input noise	±1 LSB _{pp}
Overvoltage protection	
cFP-TC-120	±40 V
cFP-TC-125	±250 V
Common-mode voltage between channels referenced to isolated ground	
cFP-TC-125	250 V
cFP-TC-120	1 V
cFP-RTD-12x	2 V

Safety Isolation Voltage

Maximum safety isolation voltage	250 V _{rms} , Installation Category II (cFP-TC-12x only)
Channel-to-channel safety isolation	No isolation between channels
Transient overvoltage	2,300 V _{rms}

Physical Characteristics

LED indicators	
POWER (green)	Power on and self-test passed
READY (green)	Module configured and ready
OPEN TC <0..7> (red) (cFP-TC-12x)	Open or broken thermocouple on channel
Dimensions	128 by 88 by 25 mm (5.0 by 3.5 by 1.0 in.)

Weight	
cFP-TC-120	130 g (4.6 oz)
cFP-TC-125	125 g (4.4 oz)
cFP-RTD-12x	110 g (3.7 oz)

Power Requirement

Power from network module	
cFP-TC-120	350 mW
cFP-TC-125	650 mW

Environmental

Operating temperature	-40 to 70 °C
Storage temperature	-55 to 85 °C (cFP-TC-125 -40 to 80 °C)
Relative humidity	10 to 90%, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m; at higher altitudes the isolation voltage ratings must be lowered
Pollution degree	2

Shock and Vibration

Operating vibration, random (IEC 60068-2-64)	10 to 500 Hz, 5 g _{rms}
Operating vibration, sinusoidal (IEC 60068-2-6)	10 to 500 Hz, 5 g
Operating shock (IEC 60068-2-27)	50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations; 30 g, 11 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

Safety and Compliance

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 3121-1, UL 61010C-1
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1

For UL, hazardous location, and other safety certifications, refer to the product label or to ni.com

Electromagnetic Compatibility

CE, C-Tick, and FCC Part 15 (Class A) Compliant Emissions	EN 55011 Class A at 10 m FCC Part 15A above 1 GHz Immunity EN 61326:1997 +A2:2001, Table 1
--	--

Note: For EMC compliance, you must operate this device with shielded cabling.

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE Marking, as follows:

Low-Voltage Directive (safety) 73/23/EEC

Electromagnetic Compatibility

Directive (EMC)..... 89/336/EEC

Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification and search by model number or product line.

NI Services and Support



NI has the services and support to meet your needs around the globe and through the application life cycle – from planning and development through deployment and ongoing maintenance. We offer services and service levels to meet customer requirements in research, design, validation, and manufacturing. Visit ni.com/services.

Training and Certification

NI training is the fastest, most certain route to productivity with our products. NI training can shorten your learning curve, save development time, and reduce maintenance costs over the application life cycle. We schedule instructor-led courses in cities worldwide, or we can hold a course at your facility. We also offer a professional certification program that identifies individuals who have high levels of skill and knowledge on using NI products. Visit ni.com/training.

Professional Services

Our Professional Services Team is composed of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 600 independent consultants and

integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration.

Visit ni.com/alliance.



OEM Support

We offer design-in consulting and product integration assistance if you want to use our products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Local Sales and Technical Support

In offices worldwide, our staff is local to the country, giving you access to engineers who speak your language. NI delivers industry-leading technical support through online knowledge bases, our applications engineers, and access to 14,000 measurement and automation professionals within NI Developer Exchange forums. Find immediate answers to your questions at ni.com/support.

We also offer service programs that provide automatic upgrades to your application development environment and higher levels of technical support. Visit ni.com/ssp.

Hardware Services

NI Factory Installation Services

NI Factory Installation Services (FIS) is the fastest and easiest way to use your PXI or PXI/SCXI combination systems right out of the box. Trained NI technicians install the software and hardware and configure the system to your specifications. NI extends the standard warranty by one year on hardware components (controllers, chassis, modules) purchased with FIS. To use FIS, simply configure your system online with ni.com/pxiadvisor.

Calibration Services

NI recognizes the need to maintain properly calibrated devices for high-accuracy measurements. We provide manual calibration procedures, services to recalibrate your products, and automated calibration software specifically designed for use by metrology laboratories. Visit ni.com/calibration.

Repair and Extended Warranty

NI provides complete repair services for our products. Express repair and advance replacement services are also available. We offer extended warranties to help you meet project life-cycle requirements. Visit ni.com/services.



ni.com • (800) 813 3693

National Instruments • info@ni.com



Strain Gauge Modules for Compact FieldPoint And FieldPoint

NI [c]FP-SG-140

- Accept full and half-bridge strain gauge inputs directly
- Quarter-bridge gauges require external bridge-completion resistor
- Compatible with load cells, force sensors, and torque sensors
- Built-in signal conditioning
 - 15, 60, and 240 Hz noise rejection
 - Pulsed excitation to prevent self-heating
- 16-bit resolution
- Input ranges software configurable per channel
- 2,300 V_{rms} bank isolation for transient overvoltage protection
- Hot-swappable with auto configuration
- -40 to 70 °C operating range

NEW



Module	Input Channels	Resolution	Input Ranges (Software Configurable per Channel)	15/60/240 Hz Noise Filter	All Channel Update Rate
[c]FP-SG-140	8	16 bits	±3.5 mV/V, ±7.5 mV/V, ±30 mV/V, ±60 mV/V	Software selectable	1.11 to 0.87 Hz (rate varies with filter settings)

Overview

The National Instruments [c]FP-SG-140 is a versatile resistance bridge input module for Compact FieldPoint and FieldPoint that can be used to measure values from resistor bridges including full and half-bridge strain gauges, quarter-bridge strain gauges (using an external completion register), and load and torque sensors. The [c]FP-SG-140 includes built-in excitation, overranging, and onboard diagnostics to ensure trouble-free installation and maintenance. The module measures and linearizes signals onboard to return scaled values to your control or monitoring software. The [c]FP-SG-140 comes with a NIST-traceable calibration certificate, ensuring accurate and reliable analog measurements.

Smart I/O Modules

With the SG-140, you can connect directly to industrial sensors or units under test and get high-accuracy measurements. The module filters, calibrates, and scales raw sensor signals to engineering units, as well as performing self-diagnostics to look for problems with the module or with the wiring. With the SG-140 module, your software application reads a linearized, calibrated, and scaled value from the I/O module, eliminating the error-prone step of converting binary values.

Because the [c]FP-SG-140 measures in units of millivolts per volt, it can interface with a wide variety of transducers, such as load cells and pressure sensors. The module uses a pulsed excitation of up to 21 mA per channel that turns on and off the excitation to each channel. This reduces self-heating effects and provides more accurate and repeatable strain measurements. The [c]FP-SG-140 also provides true ratiometric readings to eliminate errors caused by variations in excitation voltage. Each channel on the module can be configured for a

different excitation level of 2.5, 5, or 10 V. For increased accuracy and noise rejection, the [c]FP-SG-140 uses a 16-bit delta-sigma ADC with an integrated lowpass filter on each channel, which you can configure for 15, 60, or 240 Hz. With a high-accuracy 16-bit delta-sigma ADC, you also get instrument-quality measurements on an industrially rugged, distributed, embedded system.

The [c]FP-SG-140 has three update rates to fit your application, ranging from 0.87 to 1.11 Hz. These rates vary based on the noise filter setting selected on the module. Overall data throughput depends on software loop speeds and network speeds. With overranging and underranging, the modules can zero out unstrained readings in software to compensate for field devices with span errors of up to 12 percent.

Isolation

The [c]FP-SG-140 features optical bank isolation with 2,300 V_{rms} of breakdown isolation. These Compact FieldPoint and FieldPoint modules do not have channel-to-channel isolation.

Field I/O Connections

Compact FieldPoint and FieldPoint modules include a built-in power distribution bus that provides multiple power connections on the module. A field-wired power supply connected to the voltage (V) and common (C) terminals is internally connected to a power distribution bus that provides additional breakout terminals for voltage supply (V_{SUP}) and common (COM). These terminals provide a convenient way to distribute power to field devices that require external power.

Strain Gauge Modules for Compact FieldPoint And FieldPoint

Each input channel on the [c]FP-SG-140 has four terminals:

1. Excitation voltage output (V_{exc})
2. Positive signal input (V_{IN+})
3. Negative signal input (V_{IN-})
4. Common input (COM)

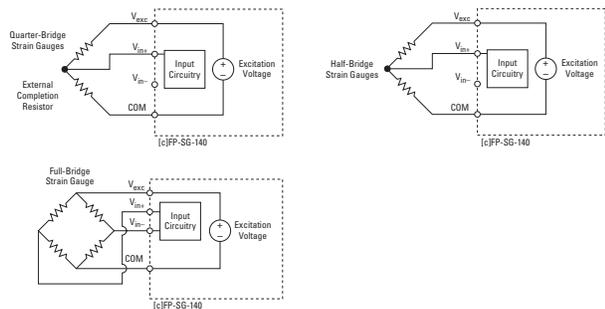


Figure 1. Wiring Schematic for the [c]FP-SG-140 Module

Ordering Information

Compact FieldPoint

NI cFP-SG-140777318-140

Recommended Compact FieldPoint System Products

NI cFP-2020777317-2020
 NI cFP-BP-4778617-04
 NI cFP-CB-1778618-01
 NI PS-5 Power Supply778805-90
 NI Developer Suite Professional Control Edition777906-03

FieldPoint

NI FP-SG-140777518-140

Recommended FieldPoint System Products

NI FP-1601777792-01
 NI FP-TB-1777519-01
 PS-4 Power Supply778586-90
 NI Developer Suite Standard Control Edition777905-03

BUY ONLINE!

Visit ni.com/info and enter *cfpsg140*, and/or *fpsg140*.

Specifications

Typical for -40 to 70 °C unless otherwise noted.

Input Characteristics

Number of inputs	8 differential
Resolution	16 bits, 1 in 65,536
Type of ADC	Delta-sigma
Filters	15, 60, 240 Hz, user-selectable
Excitation voltage	2.5, 5, 10 V, user-selectable, current-limited to 21 mA per channel
Bridge configurations	Half and full-bridge circuits, quarter-bridge with external completion resistor
Gauge factor	Any (software value)
Input impedance	20 MΩ
Offset error	
15 to 35 °C	7.6 μV typ, 28 μV max
-40 to 70 °C	50 μV typ, 140 μV max
Gain error	
15 to 35 °C	0.06%
-40 to 70 °C	0.4%
Input noise (60 Hz filter)	
± 3.5 mV/V	±3 LSB _{pp}
± 7.5 mV/V	±2 LSB _{pp}
Other ranges	±1 LSB _{pp}
All-channel update periods	
15 Hz	1.15 s
60 Hz	0.95 s
240 Hz	0.90 s

Isolation Voltage

Maximum isolation voltage	250 V _{rms} , Installation Category II
Channel-to-channel isolation	No isolation between channels
Transient overvoltage	2,300 V _{rms}

Physical Characteristics

LED indicators	
POWER (green)	Power on and self-test passed
READY (green)	Module configured and ready
OVERCURRENT (red)	Overcurrent condition on channel
Dimensions (including terminal base)	10.9 by 10.7 by 9.1 cm (4.3 by 4.2 by 3.6 in.)
Weight	
FP-SG-140	140 g (4.8 oz)
cFP-SG-140	110 g (3.7 oz)

Power Requirement

Power from network module	1,000 mW
---------------------------	----------

Environmental

FieldPoint modules are intended for indoor use only. For outdoor use, they must be mounted inside a sealed enclosure.

Operating temperature	-40 to 60 °C
Storage temperature	-55 to 85 °C
Relative humidity	10 to 90%, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m; at higher altitudes the isolation voltage ratings must be lowered.
Pollution degree	2

Shock and Vibration

These specifications apply only to Compact FieldPoint. NI recommends Compact FieldPoint if your application is subject to shock and vibration.

Operating vibration, random (IEC 60068-2-64)	10–500 Hz, 5 g _{rms}
Operating vibration, sinusoidal (IEC 60068-2-6)	10–500 Hz, 5 g
Operating shock (IEC 60068-2-27)	50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations; 30 g, 11 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 3121-1, UL 61010C-1
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1

For UL, hazardous location, and other safety certifications, refer to the product label or to ni.com

Electromagnetic Compatibility

CE, C-Tick, and FCC Part 15 (Class A) Compliant	
Emissions	EN 55011 Class A at 10 m
FCC Part 15A above 1 GHz	
Immunity	EN 61326:1997 +A2:2001, Table 1

For EMC compliance, you must operate this device with shielded cabling.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE Marking, as follows:

Low-Voltage Directive (safety) 73/23/EEC

Electromagnetic Compatibility

Directive (EMC) 89/336/EEC

Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/hardref.nsl/ and search by model number or product line.

Global Services and Support

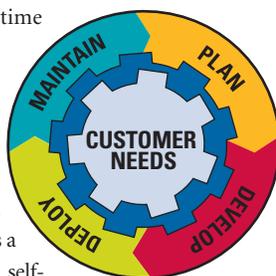
NI has the services and support to meet your needs around the globe and through the application life cycle – from planning and development through deployment and ongoing maintenance – and tailored for customer requirements in research, design, validation, and manufacturing. We have direct operations in more than 37 countries and distributors in another 12 locations. Our local sales and support representatives are degreed engineers, ready to partner with you to find solutions that best fit your needs.

Local Sales and Technical Support

In offices around the globe, our staff is local to the country so that you have access to field engineers who speak your language and are available to consult on your unique needs. We also have a worldwide support organization staffed with Applications Engineers trained to quickly provide superior technical assistance. Use our online Request Support interface (ni.com/support) to define your question, then speak to or e-mail an Applications Engineer, or access more than 14,000 worldwide measurement and automation professionals within NI Developer Exchange Discussion Forums. ni.com/support also provides immediate answers to your questions through self-help troubleshooting, product reference, and application development resources. For advanced technical support and software maintenance services, sign up for Premier Support, a program that provides expanded hours of support availability and expedited phone/e-mail response time (typically four business hours).

Training and Certification

NI recognizes that both initial instruction and ongoing education contribute to your success. NI provides a variety of training alternatives, from self-paced tutorials and interactive CDs, to worldwide hands-on courses taught by experienced instructors – all designed so that you can choose how to learn about our products. Further, NI offers certifications acknowledging individual expertise in working with NI products and technologies. Visit ni.com/training for more information.



Professional Services

Our Professional Services team consists of National Instruments Applications Engineers, NI Consulting Services, and the worldwide National Instruments Alliance Partner Program (a network of 600 independent consultants and integrators). Our Professional Services team can offer services ranging from basic start-up assistance and collaborative development with your engineers, to turnkey system integration and maintenance of your system.



In addition to our NI Alliance Partners, we have developed global relationships with many industry partners that range from computer software and hardware companies, such as Microsoft, Dell, Siemens, and Tektronix. By collaborating with these companies, you receive a complete spectrum of solutions – from components to turnkey systems. Find the Alliance Partner directory at ni.com/alliance

Product Services

NI hardware products are warranted against defects in workmanship and material for one year from the date of shipment. To help you meet project life-cycle requirements, NI offers extended warranties for an additional charge. NI provides complete repair services for our products. Express repair and advanced replacement services are also available. Or, order your software and hardware installed in PXI and PXI/SCXI™ systems with NI Factory Installation Services.

Ordering Made Easy

Visit ni.com/products to browse product specifications, make comparisons, or access technical representatives via online chat or telephone. Worldwide customers can use a purchase order or credit card to buy in local currency and receive direct shipments from local NI offices. Our North American Customer Service Representatives are available Monday through Friday between 7 a.m. and 7 p.m. Central Time. Outside North America, please contact the NI office in your country.

Order Status and Service Requests

National Instruments brings you real-time status on current orders at ni.com/status. Similarly, find out the status of open technical support incidents or hardware repair requests at ni.com/support/servicereq



ni.com • (800) 433-3488

National Instruments • Tel: (512) 683-0100 • Fax: (512) 683-9300 • info@ni.com

© 2003 National Instruments Corporation. All rights reserved. Product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.



Aplicación

- ✦ En sistemas riesgosos o propensos a regreso de líquido al compresor.
- ✦ En sistemas de refrigeración que operan bajo amplias variaciones de carga térmica.
- ✦ En sistemas de refrigeración de baja temperatura, sujetos a deshielos.

Función

Evita el regreso de refrigerante líquido al compresor.

Características

- Protege al compresor contra golpes de líquido, evitando el retorno de refrigerante o aceite líquido.
- Orificio dosificador para el adecuado retorno de aceite y líquido al compresor.
- Compatible con los refrigerantes: CFC, HCFC y HFC comerciales, y aceites correspondientes.
- Diseñado para operar en rango de -40 a +4.5°C de evaporación.
- Conexiones de cobre soldar.
- Pintura electrostática en polvo contra corrosión.
- Dispositivo de alivio (fusible) disponible en los tamaños grandes.
- Aprobados por UL y CSA.
- Presión de trabajo: 300 PSI.
- Presión de ruptura: 1500 PSI.

Información General

Proteja su compresor contra daños por regreso de líquido Instale un Acumulador de Succión.

El compresor para refrigeración está diseñado para comprimir refrigerante en estado gaseoso, no líquido. La compresión de líquido lo dañará, rompiendo sus partes internas. Este daño puede ser desde roturas leves como en las válvulas de succión y descarga, hasta roturas severas como de platos de válvulas, pistones, bielas y cigüeñales, dependiendo de la cantidad de líquido que regrese al compresor.

El regreso de líquido al compresor podría provenir tanto por una condición de falla, por falta de carga térmica o la válvula de expansión sobredimensionada, como por una condición normal de operación como es el caso de los sistemas de baja temperatura con deshielo por gas caliente. En el deshielo por gas caliente (de descarga), se aprovechan su energía y alta temperatura para deshielar el evaporador. El deshielo del evaporador se produce al



desviar el refrigerante de la línea de descarga hacia el evaporador, sin pasar por la válvula de expansión, a través de una interconexión (by-pass).

Pero si el gas caliente se descarga, se iba a condensar en el condensador, con mayor razón se condensará en el evaporador que está a menor temperatura, y el refrigerante líquido podrá retornar al compresor.

Para evitar que el refrigerante líquido retorne al compresor y lo dañe, se debe instalar un Acumulador de Succión. Este atrapa el líquido y solo permite pasar vapor hacia el compresor.

La función del Acumulador de Succión, es proteger al compresor de los daños que ocasionan el refrigerante líquido o el aceite en exceso cuando retornan repentinamente.

El Acumulador de Succión, es un recipiente para entrapar temporalmente la mezcla de refrigerante líquido y aceite. Les permite retornar al compresor en forma segura para que no se dañe.

El Acumulador de Succión cuenta con un orificio dimensionado en la parte inferior del tubo en forma de U, que permite el retorno del aceite con un poco de líquido al compresor, sin que le hagan daño.

AS - Acumulador de Succión



Selección

Es necesario considerar los siguientes criterios:

- Debe tener una adecuada capacidad de almacenamiento de refrigerante líquido con relación a la carga de refrigerante del sistema. Dicha carga puede variar con cada tipo de sistema de refrigeración. La capacidad de almacenamiento del acumulador de succión no debe ser menor que el 50% de la carga del sistema.
- Cuidar que no ocasione caídas de presión mayores a una diferencia de temperatura equivalente a $1/2^{\circ}\text{C}$.
- Debe tener la capacidad de retornar líquido y aceite en un rango apropiado bajo un cierto rango de condiciones de carga térmica.
- No necesariamente el acumulador de succión se selecciona por el diámetro de sus conexiones, esto podría ser perjudicial bajo ciertas condiciones. Hay que seleccionarlo por su capacidad.
- Para aplicaciones cuyas temperaturas del líquido en el Acumulador de Succión sean inferiores a -18°C , deberá proporcionarse calentamiento, para un seguro retorno de aceite al compresor.

Instalación

1. Utilice los Acumuladores de Succión solamente dentro de las condiciones recomendadas.
2. Ubique el Acumulador de Succión tan cerca del compresor como sea posible.
3. En sistemas de ciclo reversible, el Acumulador de Succión debe ser instalado entre la válvula reversible y el compresor.
4. Debe observarse la entrada (del evaporador) y la salida (al compresor) apropiados.
5. El Acumulador de Succión debe ser instalado verticalmente.
6. Asegurarse de conectarlo en relación a sus conexiones de entrada y salida. No al revés.
7. Fijarlo mecánicamente por medio de su tornillo fijo de anclaje.

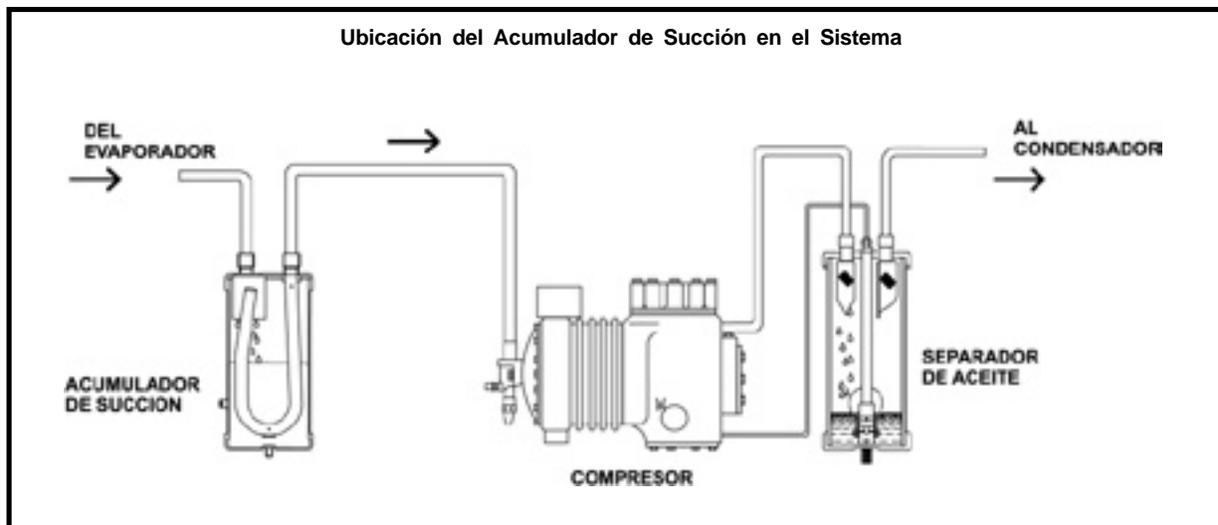




Tabla de Selección de Capacidades (TONS)

MODELO	CONEX.	TONELADAS DE REFRIGERACION									
		R-134A					R-404A/507				
		-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F	-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F
*AS-375-4 (1)	1/2"	0.2	0.3	0.6	0.8	1.2	0.2	0.4	0.8	1.0	1.3
*AS-394-5	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
*AS-3115-5 (1)	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
*AS-3115-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
*AS-3138-5	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
*AS-3138-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-4100-5	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
AS-4100-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-585-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-585-7 (1)	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-5117-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-5117-7	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-5134-7	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-5134-9 (1)	1-1/8"	1.3	2.0	3.1	5.0	7.2	1.4	2.1	4.4	5.9	7.6
AS-5169-9	1-1/8"	1.9	3.0	3.1	5.0	7.2	1.4	2.1	4.4	5.9	7.6
AS-5169-11 (1)	1-3/8"	1.9	3.0	4.6	7.3	10.7	2.2	3.4	7.2	9.6	12.2
AS-6126-7	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-6126-9	1-1/8"	1.3	2.0	3.1	5.0	7.2	1.4	2.1	4.4	5.9	7.6
AS-6138-11	1-3/8"	1.9	3.0	4.6	7.3	10.7	2.2	3.4	7.2	9.6	12.2
AS-6202-13 (1)	1-5/8"	3.0	4.8	7.3	11.7	17.0	3.3	5.1	10.7	14.2	18.2

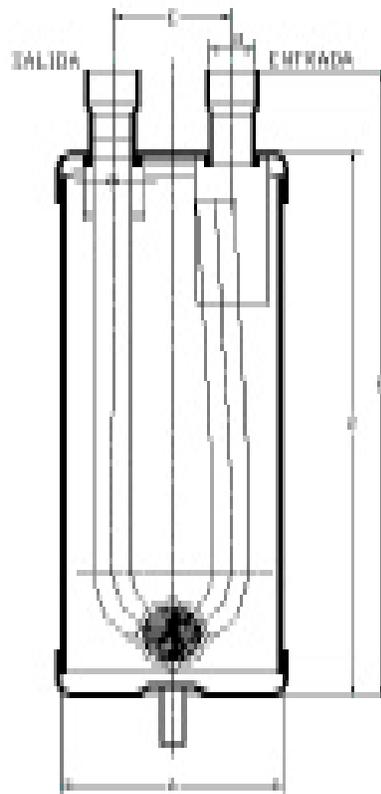
MODELO	CONEX.	TONELADAS DE REFRIGERACION									
		R-22					R-502				
		-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F	-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F
*AS-375-4 (1)	1/2"	0.4	0.6	0.9	1.4	2.0	0.3	0.5	0.8	1.3	1.8
*AS-394-5	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.5	0.8	1.2	1.9	2.7
*AS-3115-5 (1)	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.5	0.8	1.2	1.9	2.7
*AS-3115-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
*AS-3138-5	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.6	0.8	1.2	1.9	2.7
*AS-3138-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-4100-5	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.5	0.8	1.2	1.9	2.7
AS-4100-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-585-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-585-7 (1)	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-5117-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-5117-7	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-5134-7	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-5134-9 (1)	1-1/8"	2.1	3.3	5.3	8.3	11.8	1.9	2.9	4.6	7.1	10.2
AS-5169-9	1-1/8"	2.1	3.3	5.3	8.3	11.8	1.9	2.9	4.6	7.1	10.2
AS-5169-11 (1)	1-3/8"	3.4	5.3	8.5	13.2	18.8	3.0	4.6	7.4	11.6	16.5
AS-6126-7	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-6126-9	1-1/8"	2.1	3.3	5.3	8.3	11.8	1.9	2.9	4.6	7.1	10.2
AS-6138-11	1-3/8"	3.4	5.3	8.5	13.2	18.8	3.0	4.6	7.4	11.6	16.5
AS-6202-13 (1)	1-5/8"	5.1	8.0	12.8	20.0	28.5	4.4	6.9	11.0	17.2	24.5

(1) Modelos disponibles en stock (otros sobre pedido).

La máxima capacidad en toneladas recomendada está basada en una caída de presión a través del Acumulador de Succión equivalente a 1.0°F.

NOTAS:

- 1) La capacidad mínima en toneladas no deberá ser menor del 15% de la capacidad recomendada para poder asegurar un retorno de aceite efectivos.
- 2) Todos los datos están basados en toneladas de refrigeración (T.R.) y no están relacionados a los caballos de fuerza (HP).
- 3) **Temperatura mínima en el evaporador de -40°C. La temperatura mínima del gas de succión a través del Acumulador de Succión 12°C.**



Especificaciones Dimensionales

MODELO	MEDIDA CONEXION (ø NOM.)	PESO DE LA UNIDAD (KG)	A pulg.	B mm	C mm	D pulg.	E mm
* AS-375-4 (1)	1/2"	0.9	3	210	191	1/2	41.3
* AS-394-5	5/8"	1.1	3	266	238	5/8	41.3
* AS-3115-5 (1)	5/8"	1.3	3	320	292	5/8	41.3
* AS-3115-6	3/4"	1.3	3	325	292	3/4	41.3
* AS-3138-5	5/8"	1.5	3	378	350	5/8	41.3
* AS-3138-6	3/4"	1.5	3	383	350	3/4	41.3
AS-4100-5	5/8"	2.1	4	280	254	5/8	63.5
AS-4100-6	3/4"	2.1	4	285	254	3/4	69.9
AS-585-6	3/4"	2.3	5	246	216	3/4	69.9
AS-585-7 (1)	7/8"	2.3	5	252	216	7/8	69.9
AS-5117-6	3/4"	3.0	5	327	297	3/4	69.9
AS-5117-7	7/8"	3.0	5	334	297	7/8	69.9
AS-5134-7	7/8"	3.2	5	376	340	7/8	69.9
AS-5134-9 (1)	1-1/8"	3.2	5	380	340	1-1/8	69.9
AS-5169-9	1-1/8"	3.8	5	469	430	1-1/8	69.9
AS-5169-11 (1)	1-3/8"	3.8	5	471	430	1-3/8	69.9
AS-6126-7	7/8"	5.3	6	359	320	7/8	74.6
AS-6126-9	1-1/8"	5.3	6	363	320	1-1/8	74.6
AS-6138-11	1-3/8"	5.5	6	396	350	1-3/8	74.6
AS-6202-13 (1)	1-5/8"	8.2	6	562	514	1-5/8	74.6

* NO SE SUMINISTRAN CON TAPON FUSIBLE
 (1) MODELOS DISPONIBLES DE STOCK, (OTROS SOBRE PEDIDO)



Características

- Fabricado en tubo de acero, capaz de resistir una presión de ruptura de 2500 psig (176 kg/cm³).
- Dos conexiones y válvula, una que recibe el gas del condensador y otra conectada a la línea de líquido.
- Válvula de latón con vástago de acero para garantizar un sello 100%.
- Probado de fuga al 100% a 500 psig (35 kg/cm²) con nitrógeno para garantizar ausencia de humedad.
- Conexión flare 3/8".
- Capacidad de 1800 cm³.
- Conexión para carga de 1/4" flare con válvula de pivote.
- Longitud de 250 mm.
- Instalación en posición vertical.
- Pintura horneada electrostática que garantiza una prueba en cámara salina de 500 horas, lo cual significa una garantía de 5 años bajo condiciones severas ambientales y de salinidad. SUPERIOR A LA DE NUESTROS COMPETIDORES.



NOTA:

Para diseño y fabricación de tanques especiales, consulte directamente a nuestras oficinas.

Especificaciones Dimensionales

MODELO	CAPACIDAD	CONEXION DE ENTRADA DEL CONDENSADOR	CONEXION DE LA LINEA DE LIQUIDO	CONEXION PARA CARGA	LONG.
TR-100	1800 cm ³	3/8"	3/8"	1/4"	250 mm

SUCTION ACCUMULATORS SERIES A-AS

Nomenclature

A	AS	3	12	5
Series	Accumulator Suction	Diameter (in inches)	Height (in inches)	Fitting Size in 1/8"
Above Example: A-AS 3 125				

Ordering Table

Type	Order Nr.	A Fitting Size Nominal
A-AS 3 84*	060819	1/2
A-AS 3 105*	060963	5/8
A-AS 3 146*	060965	3/4
A-AS 5 97	060818	7/8
A-AS 5 137	060814	7/8
A-AS 5 139	060815	1 1/8
A-AS 5 179	060817	1 1/8
A-AS 6 1411	060827	1 3/8
A-AS 6 2013	060828	1 5/8

* Not supplied with Fusible plug





PCU-B

SINGLE COMPRESSOR CONDENSING UNIT

50/60Hz • 9,000 - 30,000 Btu/h



Contents / Contenido

- Safety Precautions / *Precauciones de Seguridad*

- Model Number Nomenclature /
Numero del Modelo de la Nomenclatura.....1

- Features /
Caracteristicas.....2

- Outline Dimensions /
Dimensiones.....3-4

- Specifications /
Especificaciones.....5

- Electrical Data /
Datos Electricos.....5

- Electrical Schematics /
Esquema Electrica.....6-7

- Electrical Component Diagrams /
Esquema Electrica de Componentes.....8-11

- Exploded Diagrams & Spare Parts Lists /
Diagrama de Exploracion/Lista de Piezas de Repuesto.....12-14

- Troubleshooting Guide /
Guia Para Resolver los Problemas con el Equipo.....15

Safety Precautions / Precauciones de Seguridad

Installation and servicing of air conditioning equipment can be hazardous due to system pressure and electrical components.

Only trained and qualified service personnel should install, repair or service air conditioning equipment.

The following safety precautions must be taken when using your air conditioner:

- Make sure that the indoor unit is correctly ventilated at all times, do NOT place clothing or other materials over it.
- NEVER spill liquid of any kind into the indoor unit. Should this happen, switch off the breaker used for your air conditioner and contact your installation specialist.
- Do NOT insert anything between the air flow blades, as the inner fan may be damaged and you may be hurt. Keep children away from the indoor unit.
- Do NOT place any obstacles in front of the outdoor unit.
- If the remote control will not be used for a long time, remove the batteries.
- Users of this product are cautioned not to attempt repair of this product at their own discretion. Instead, they are requested to directly contact a designated service center or the outlet at which the product was purchased.
- If the supply cord is damaged, it must be replaced by a special cord or assembly available from the manufacturer or its service agent.
- This device must be installed according to the national electrical rules.

La instalación y servicio del equipo de aire acondicionado podría ser arriesgado debido a la presión del sistema o componentes eléctricos.

Solamente un personal entrenado y calificado debería instalar, reparar y hacerle servicio al equipo de aire acondicionado.

Se debe considerar lo siguiente cuando se usa un aire acondicionado:

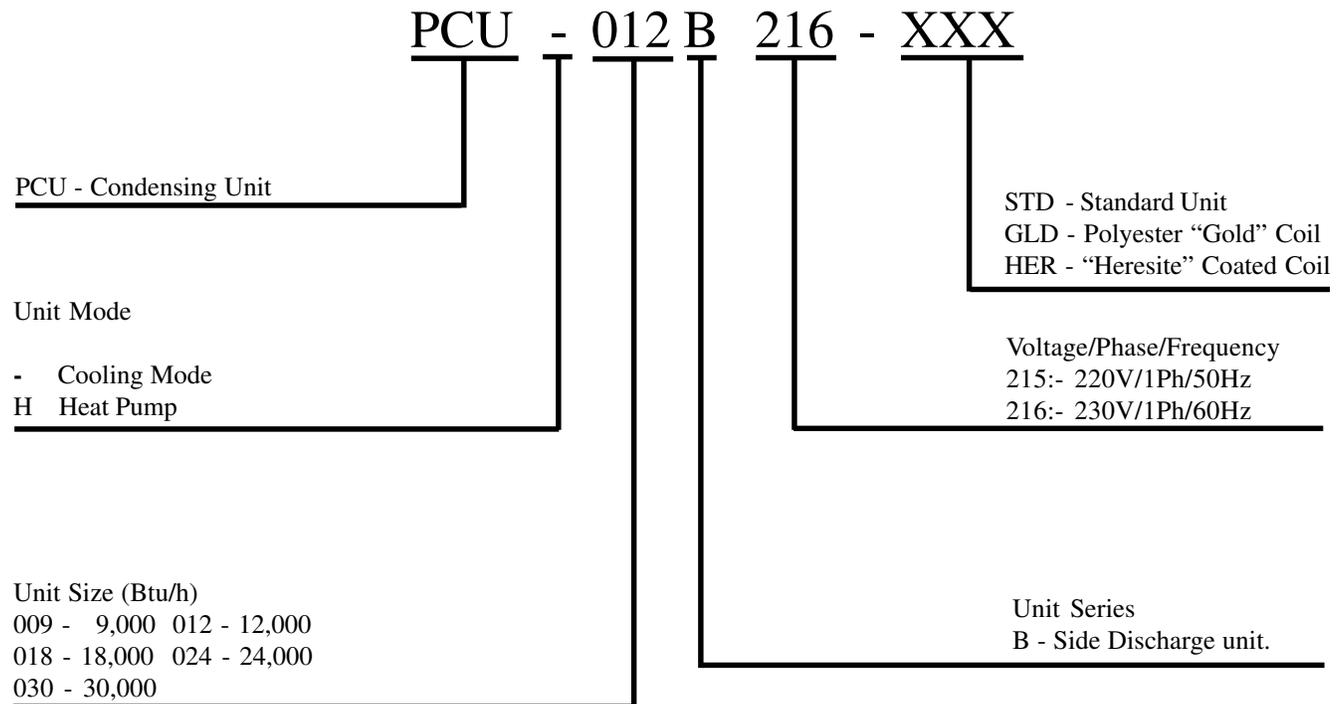
- *Asegurase que la unidad evaporadora tiene ventilación correcta todo el tiempo. No poner ropas o otras materiales sobre la unidad.*
- *Nunca dejar que liquido derrame en la unidad evaporadora. Si este ocurre, desconectar el panel eléctrico usado para su unidad y contactar su técnico.*
- *No insertar alguna cosa entre las aspas del aire ya que esto puede perjudicar el abanico interior y puede dañarse. No dejar niños cerca de la unidad evaporadora.*
- *No poner ningún obstáculo delante de la unidad condensadora.*
- *Si el control remoto no será usado por un periodo de tiempo, remover las baterías.*
- *Avisar a los usuarios de este producto que no tratan de reparar la unidad sin ayuda. Será aconsejable contactar un centro de servicios, recomendado o ir al surcusal donde la unidad fue comprado.*
- *Si la cuerda de suministro esta dañada, deberían reemplazarlo con una cuerda especial o un montaje que es disponible del fabricante o el agente de servicio.*
- *Este mecanismo debe ser instalado según las reglas eléctricas nacionales.*

Model Number Nomenclature / Numero del Modelo de la Nomenclatura

Condensing Unit, Single Compressor, Side Discharge, Residential

Standard features:

- 230V control voltage.
- Rotary compressors.
- Low pressure switch.
- Fully charged with R22.



Factory installed options available are::

- Tropicalised Coil treatment.
- 50 Hz.
- Heat Pump.

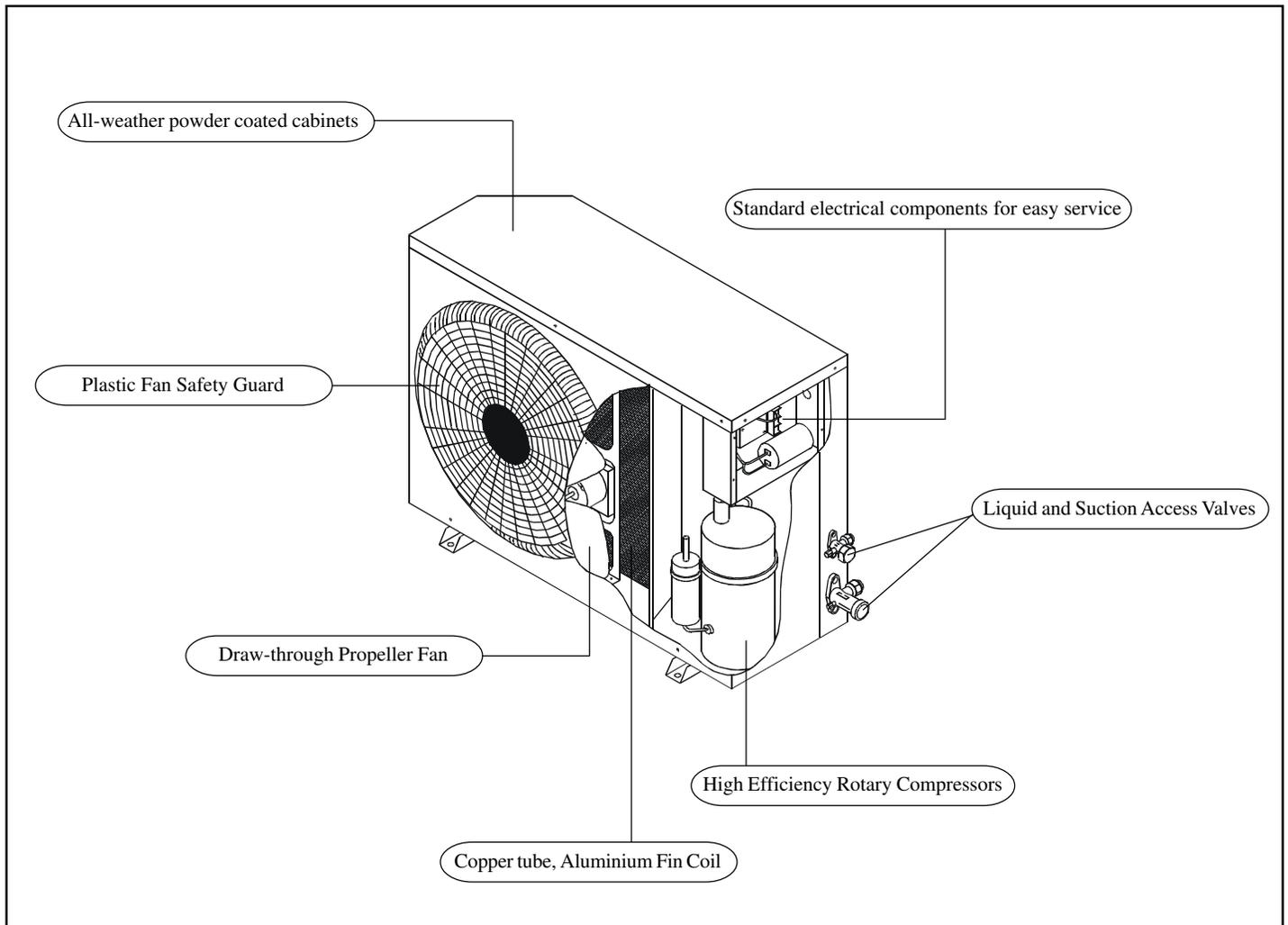
Note: "Heresite" treatment not available for sizes 9,000 to 12,000 Btu/h.

Factory supplied kits available are:

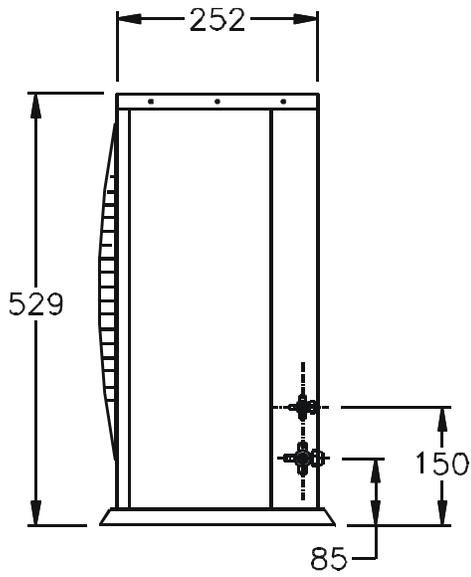
- Orifice kit.

Features / Características

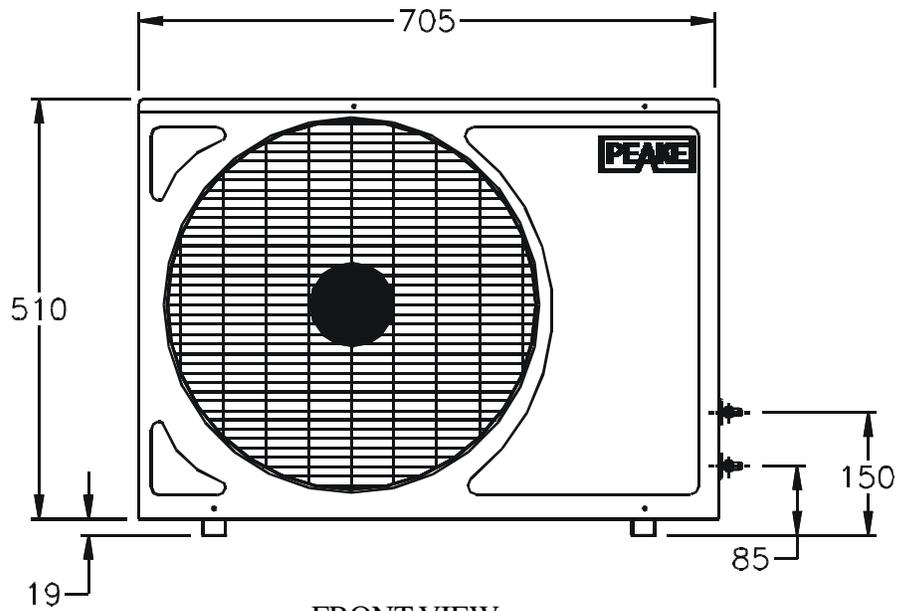
- Compact design allows for placement in limited space / *Diseño compacto que permite uso en espacio mínimo.*
- Side discharge, draw-through condenser fan allows for a more efficient heat transfer across the condenser coil / *Ventilador de tirada y descarga lateral del condensador, permite mayor eficiencia en transferencia de calor a través del serpentín del condensador.*
- All-weather powder coated cabinets and panels constructed of prime grade, hot-dipped galvanised steel / *Gabinetes y paneles para todo clima, con pintura de polvo horneado y contruidos de acero galvanizado de primera calidad inmerso al calor.*
- Coil guard standard / *Guarda serpentín standard*
- Internal protection for compressor and motor / *Protectcion interna para compresor y motor.*
- Heat pump available (PCUH) / *Bomba de calor disponible (PCUH).*
- Auto detection of freezing conditions, automatically engages defrost cycle (PCUH) / *Auto deteccion de condiciones de congelacion, activa automaticamente el ciclo de descongelacion (PCUH).*
- Can be installed almost anywhere / *Puede ser instalado en casi todas partes.*
- Available in 50Hz and 60Hz / *Disponible en 50 y 60 ciclos.*



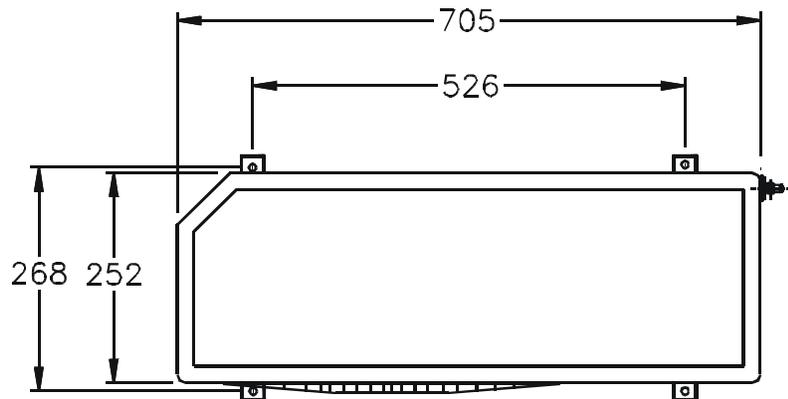
Dimensions / Dimensiones



SIDE VIEW



FRONT VIEW

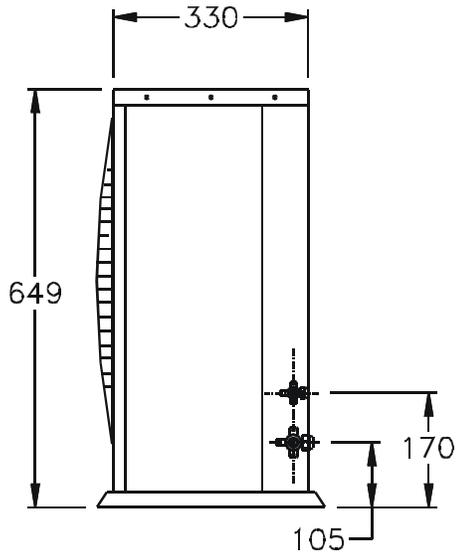


TOP VIEW

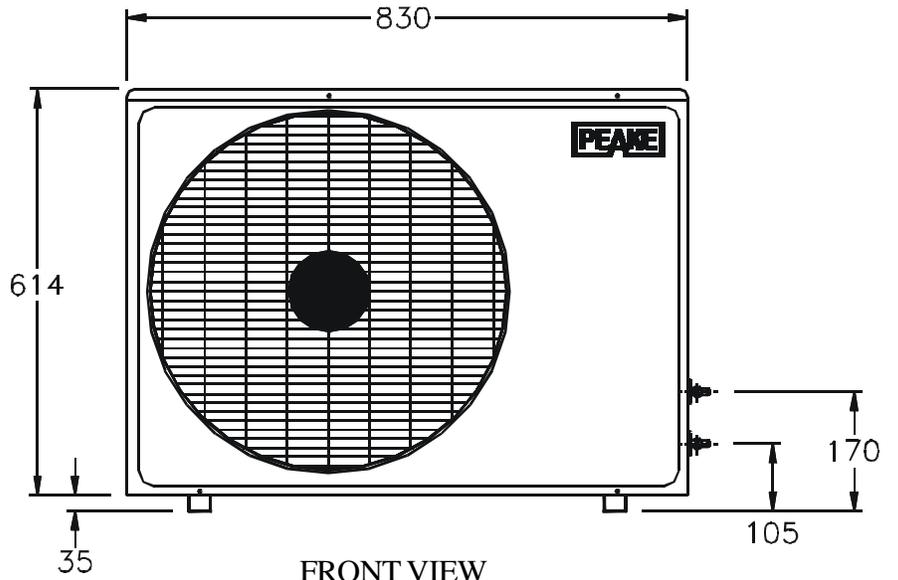
*PCU/PCUH series B
9,000 - 18,000 Btu/h*

Dimensions in mm

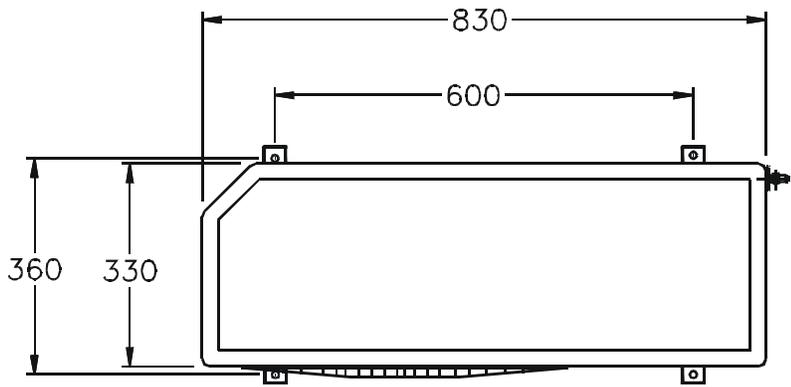
Dimensions / Dimensiones



SIDE VIEW



FRONT VIEW



TOP VIEW

PCU/PCUH series B
24,000 - 30,000 Btu/h

Dimensions in mm

Specifications / Especificaciones

MODEL / Modelo		009	012	018	024	030
NOMINAL COOLING CAPACITY / Capacidad nominal de enfriamiento	Btu/h	9,000	12,000	18,000	24,000	30,000
AIR VOLUME / Volumen del aire	cfm	800	800	900	1,200	1,250
DIMENSION W x D x H	mm	705x252x529	705x252x529	705x252x529	830x330x649	830x330x649
NET WEIGHT / Peso neto	kg	33	35	47	68	71
POWER SUPPLY / Suministro de energia	See tables below / Ver los tableros abajo					
COMPRESSOR / Compresor	Rotary / Rotativo					
Type / Tipo						
Quantity / Cantidad	1	1	1	1	1	1
REFRIGERANT / Refrigerante	R22					
PIPING CONNECTIONS / Conexión de tubería						
Suction / Succion	in.	3/8	1/2	1/2	5/8	5/8
Liquid / Liquido	in.	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8
ELECTRICAL CONNECTION / Conexión electrica	in.	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
FAN TYPE / Modelo de ventilador	Propeller Fan / Ventilador de helice					
PROPELLER FAN DIAMETER / Diametro de ventilador	in.	16	16	16	18	18
CONDENSER COIL / Serpentin condensadora						
Face Area / Area frontal	sq. ft.	3.51	3.51	3.51	5.73	5.73
Rows...Fins per inch / Aletas por pulgadas		1...19	1...19	2...14	2...14	2...14

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.

Electrical Data / Datos Electrico

60 Hz

MODEL / Modelo		009	012	018	024	030
POWER SUPPLY / Suministro de energia	V-Ph-Hz	230-1-60				
RUNNING CURRENT (RLA) / Corriente del funcionamiento (RLA)	A	4.4	5.4	8.2	11	14.4
STARTING CURRENT (LRA) / Corriente de arranque (LRA)	A	25	27	47	56	73
MCA		6.1	7.4	10.9	14.7	18.9
MOCP		10	15	20	25	30
POWER INPUT 60Hz / Energia de entrada 60Hz	W	941	1217	1792	2505	3146
E.E.R.		10	9.9	10.2	10.3	9.7

50 Hz

MODEL / Modelo		009	012	018	024	030
POWER SUPPLY / Suministro de energia	V-Ph-Hz	220-1-50				
RUNNING CURRENT (RLA) / Corriente del funcionamiento (RLA)	A	4.1	5.6	8.1	11.3	14.1
STARTING CURRENT (LRA) / Corriente de arranque (LRA)	A	21.7	19	36	55	59
MCA		5.7	7.6	10.7	15.0	18.5
MOCP		10	15	20	25	30
POWER INPUT 50 Hz / Energia de entrada 50Hz	W	896	1224	1770	2443	3113
E.E.R.		10.5	10.1	10.3	10.7	10.6

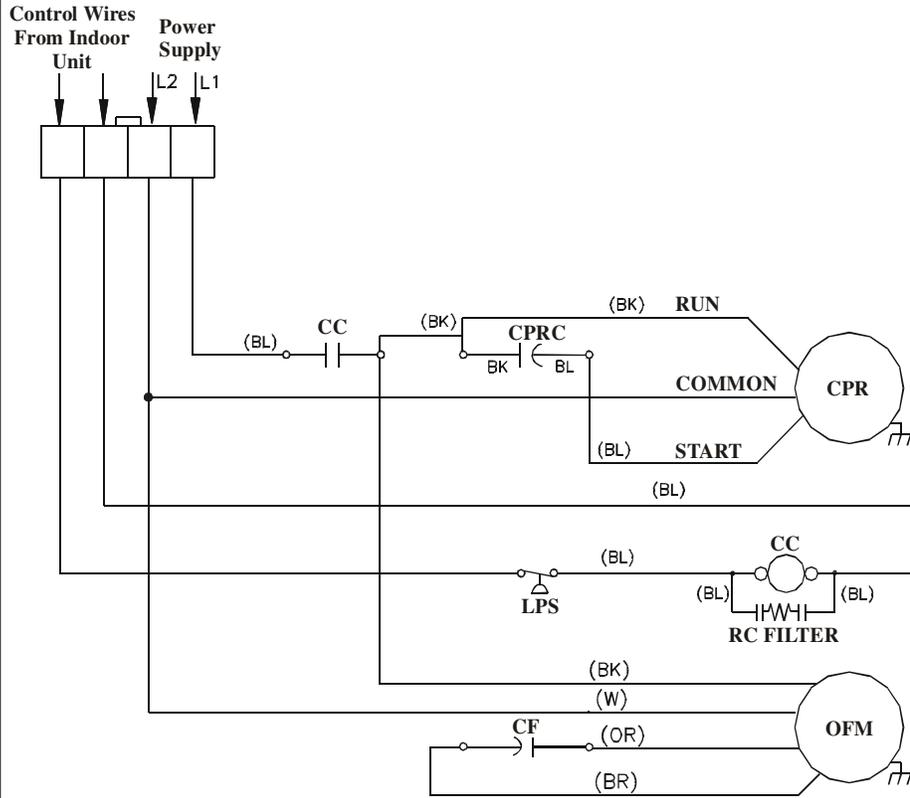
LEGEND: MCA - Minimum Circuit Amps. RLA - Running Load Amps.
LRA - Locked Rotor Amps. MOCP - Maximum Overcurrent Protection (fuses or circuit breakers).
E.E.R. - Energy Efficiency Rating

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications.
Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit.
Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: MCA - Amperio mínimo. RLA - Corriente del Funcionamiento.
LRA - Corriente de arranque MOCP - Tamaño del interruptor.
E.E.R. - Valores de coeficientes de eficiencia

Notes: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I.
Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior.
Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

Electrical Schematics / Esquema Electrica



LEGEND / LEYENDA

	208 / 230 - 1 - 60
	230 - 1 - 60
	220 / 240 - 1 - 50

PRIOR TO INSTALLATION ENSURE THE FOLLOWING / ANTES DE LA INSTALACION ASEGURESE DE LO SIGUIENTE

- Electrical Supply is Adequate and Grounded / Que el suministro de electricidad es el adecuado y conectado a la tierra.
- Field Wiring & Circuit Protection is in accordance with local electrical Standard code / La instalacion de cables y proteccion del circuito esten de acuerdo con los codigos electricos locales y los establecidos por los autoridades.

NOTES / NOTAS

- Symbols are in accordance with ARI Standard 130-88 / Los simbolos estan de acuerdo con ARI standard 130-88.
- Compressor Motor is internally Protected / El motor del compresor es protegido internamente.

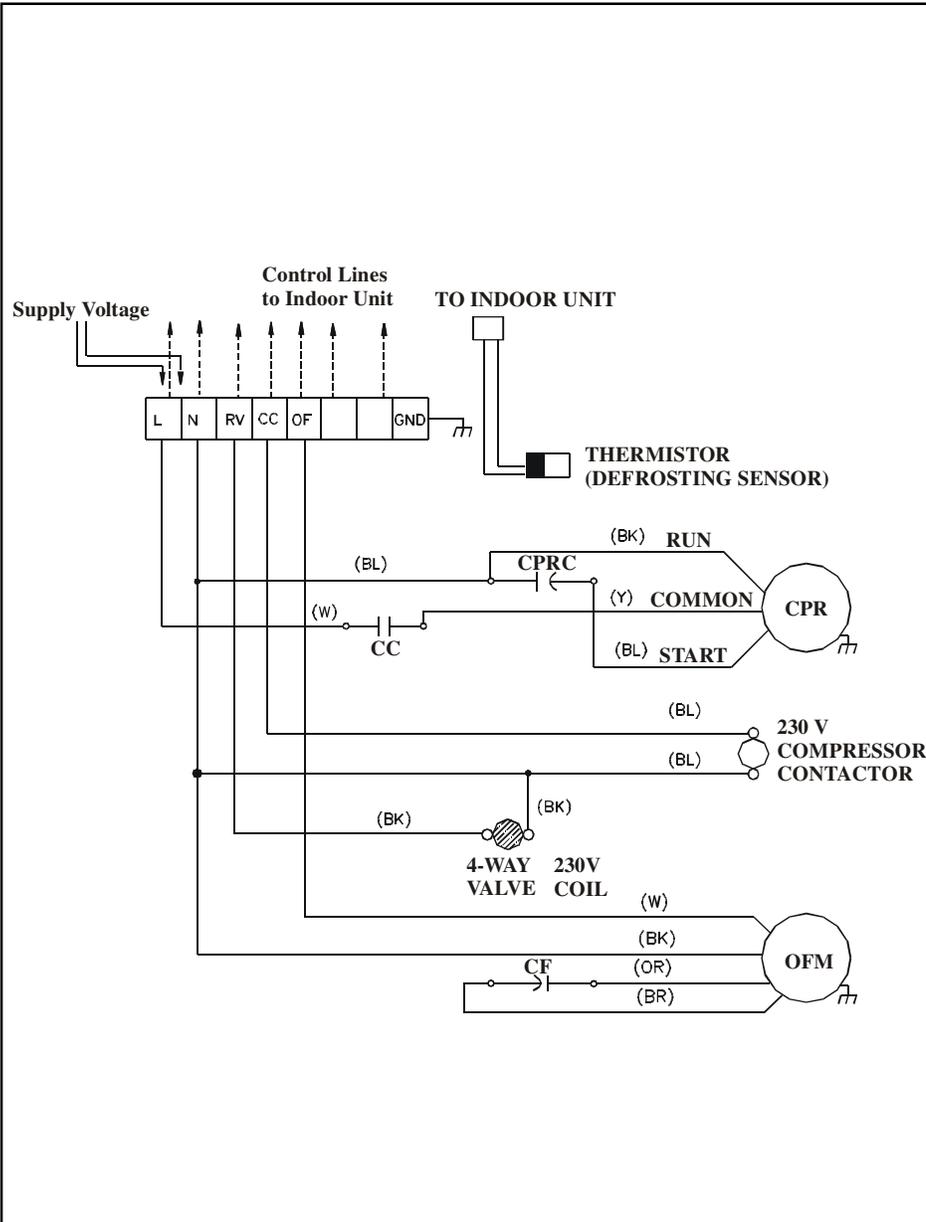
SYMBOLS USED IN ELECTRICAL SCHEMATIC DIAGRAM/ SIMBOLOS USADOS EN EL ESQUEMA ELECTRICA

- CC Compressor Contactor / Contactor del Compresor
- CPRC Compressor Capacitor / Capacidor del Compresor
- CPR Compressor / Compresor
- LPS Low Pressure Switch / Switche Baja
- OFM Outdoor Fan Motor / Motor Ventilador del Exterior
- CF Outdoor Fan Capacitor / Capacitor Ventilador del Exterior

ELECTRICAL SCHEMATIC CONNECTION DIAGRAM / Esquema electrica PCU 009B-030B

MANUFACTURER ACCEPTS NO LIABILITY IF THESE SAFETIES ARE NOT OBSERVED

Electrical Schematics / Esquema Electrica



**ELECTRICAL SCHEMATIC CONNECTION
DIAGRAM / Esquema electrica
PCUH 009B-030B
Heat Pump / Bomba de Calor**

LEGEND / LEYENDA

	208 / 230 - 1 - 60
	230 - 1 - 60
	220 / 240 - 1 - 50

PRIOR TO INSTALLATION ENSURE THE FOLLOWING / ANTES DE LA INSTALACION ASEGURESE DE LO SIGUIENTE

- (a) Electrical Supply is Adequate and Grounded / *Que el suministro de electricidad es el adecuado y conectado a la tierra.*
 (b) Field Wiring & Circuit Protection is in accordance with local electrical Standard code / *La instalacion de cables y proteccion del circuito esten de acuerdo con los codigos electricos locales y los establecidos por las autoridades.*

NOTES / NOTAS

1. Symbols are in accordance with ARI Standard 130-88 / *Los simbolos estan de acuerdo con ARI standard 130-88.*
2. Compressor Motor is internally Protected / *El motor del compresor es protegido internamente.*

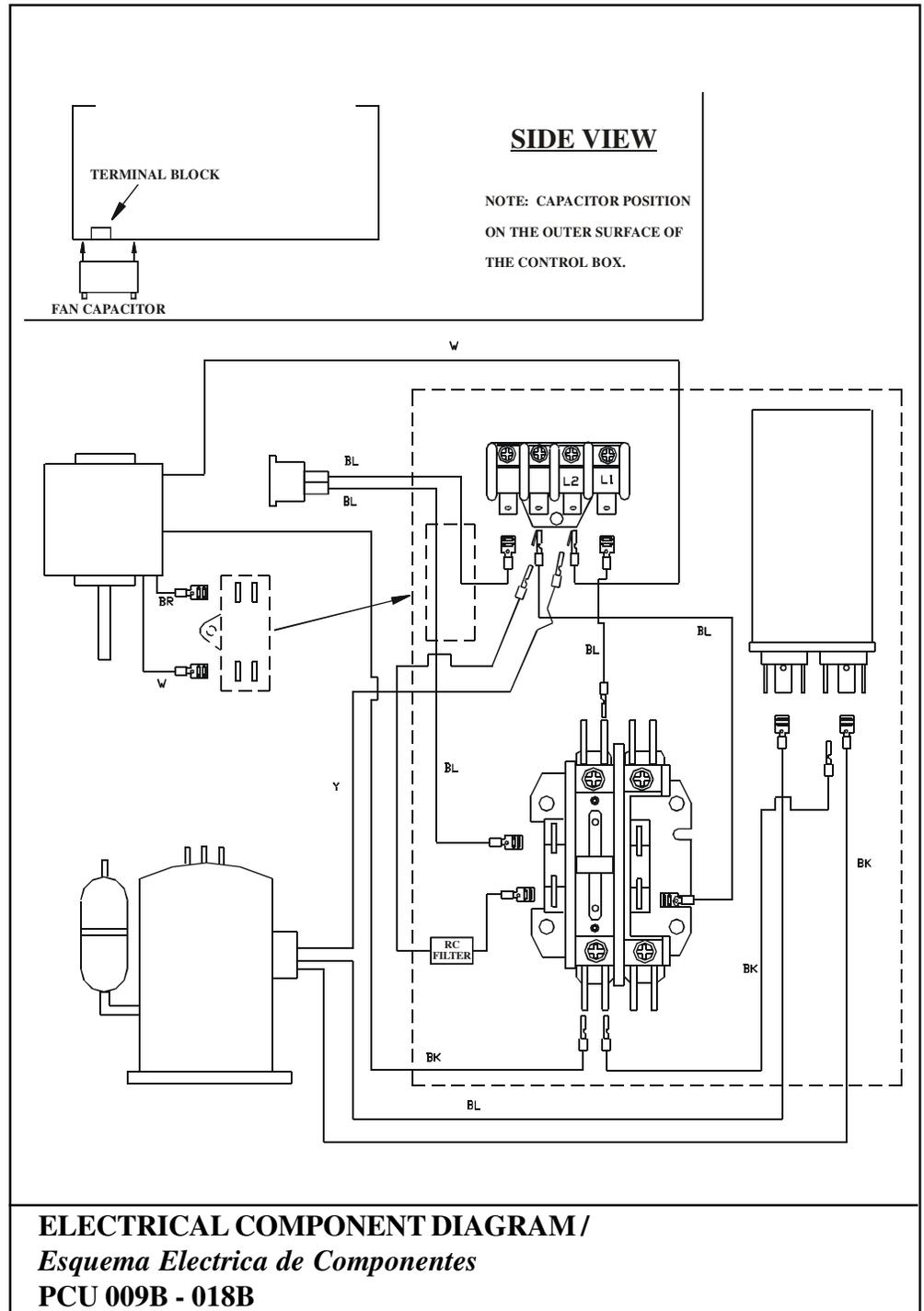
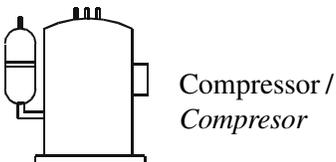
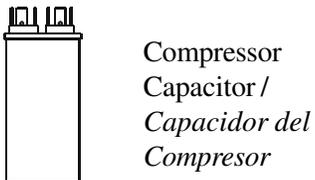
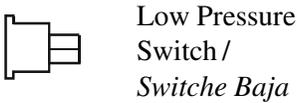
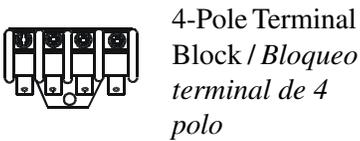
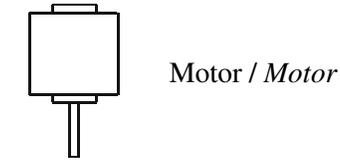
SYMBOLS USED IN ELECTRICAL SCHEMATIC DIAGRAM / SIMBOLOS USADOS EN EL ESQUEMA ELECTRICA

L	Line / Linea
N	Neutral / Neutro
RV	Reversing Valve / Valvula Invertida
GND	Ground / A la tierra
CC	Compressor Contactor / Contactor del Compresor
CPRC	Compressor Capacitor / Capacidor del Compresor
CPR	Compressor / Compresor
OFM	Outdoor Fan Motor / Motor Ventilador del Exterior
CF	Outdoor Fan Capacitor / Capacitor Ventilador del Exterior

MANUFACTURER ACCEPTS NO LIABILITY IF THESE SAFETIES ARE NOT OBSERVED

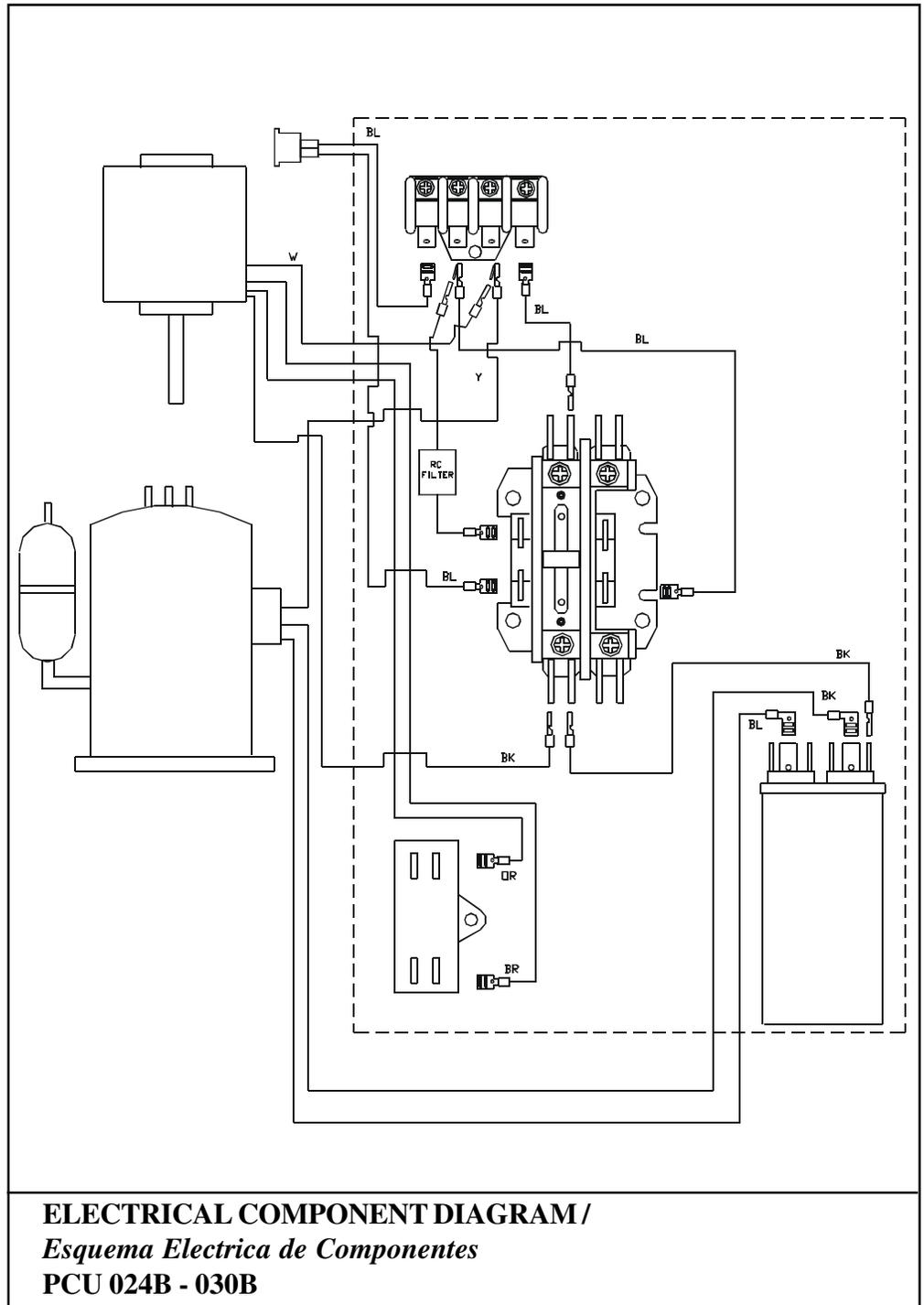
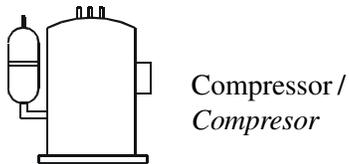
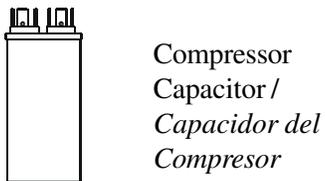
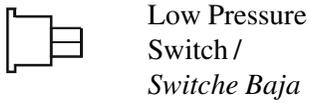
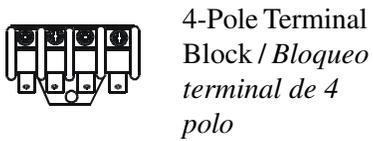
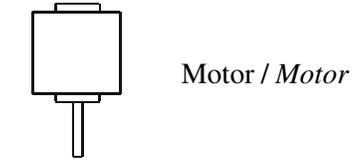
Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

Symbols used in Electrical Component Diagram /
Simbolos Usados en el Esquema
Electrica de Componentes



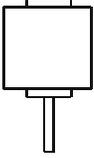
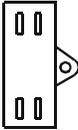
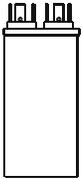
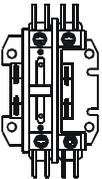
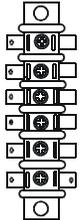
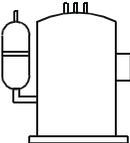
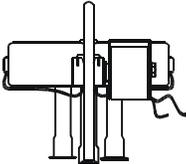
Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

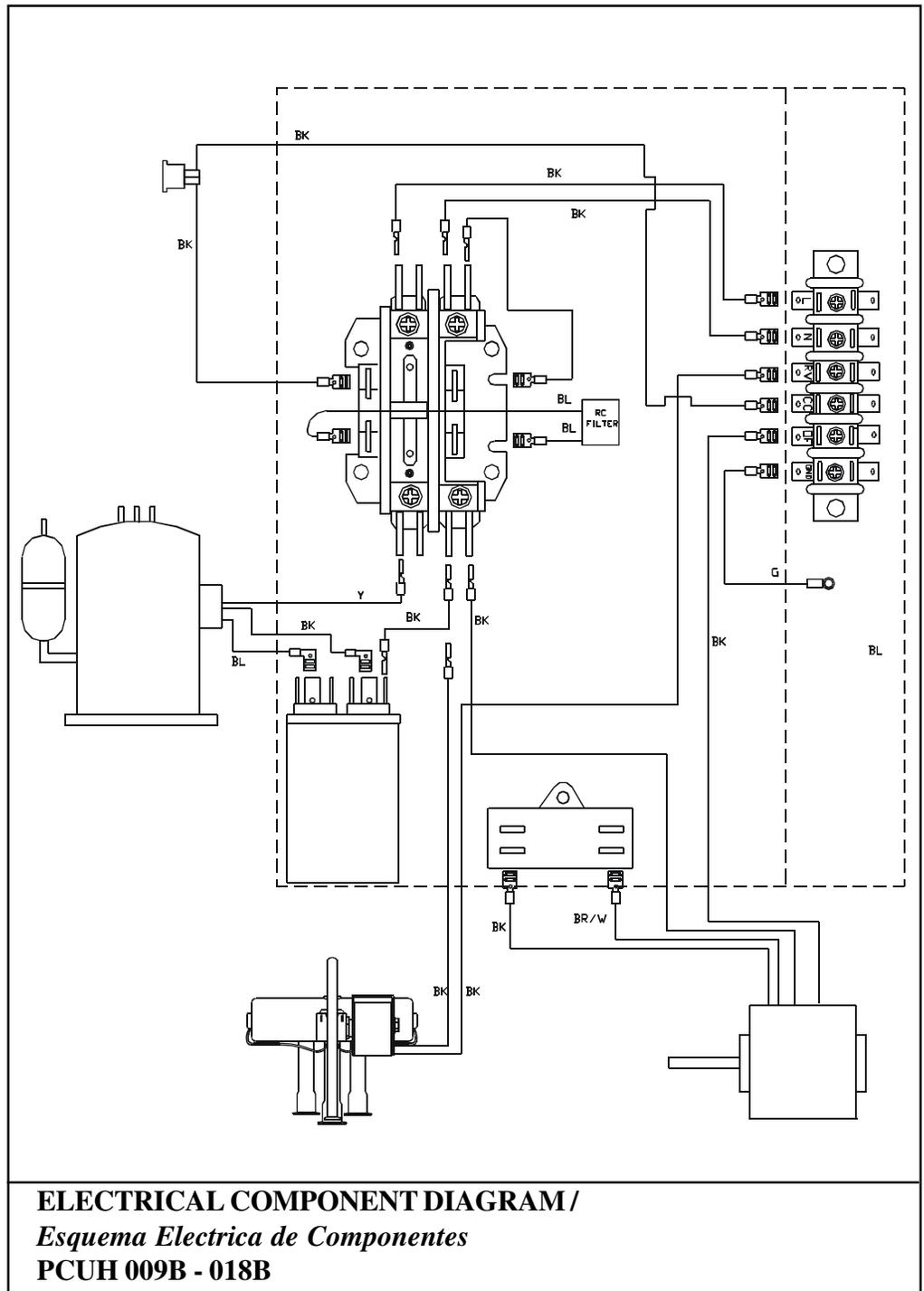
Symbols used in Electrical Component Diagram /
Simbolos Usados en el Esquema
Electrica de Componentes



Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

Symbols used in Electrical Component Diagram /
Simbolos Usados en el Esquema Electrica de Componentes

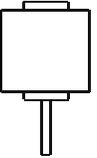
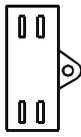
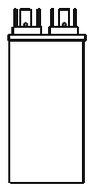
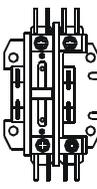
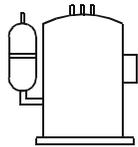
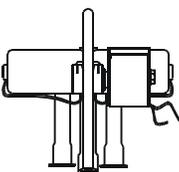
- 
Motor / Motor
- 
Fan Capacitor /
Capacitor del Ventilador
- 
High / Low
Pressure Switch /
Switche Alta/
Baja
- 
Compressor
Capacitor /
Capacitor del
Compresor
- 
Single Pole
Contactor /
Contactor de
un Via
- 
6-Pole Terminal
Block / Bloqueo
terminal de 6
polo
- 
Compressor /
Compresor
- 
4-Way
Reversing Valve /
Valvula reversiva
de 4 vias

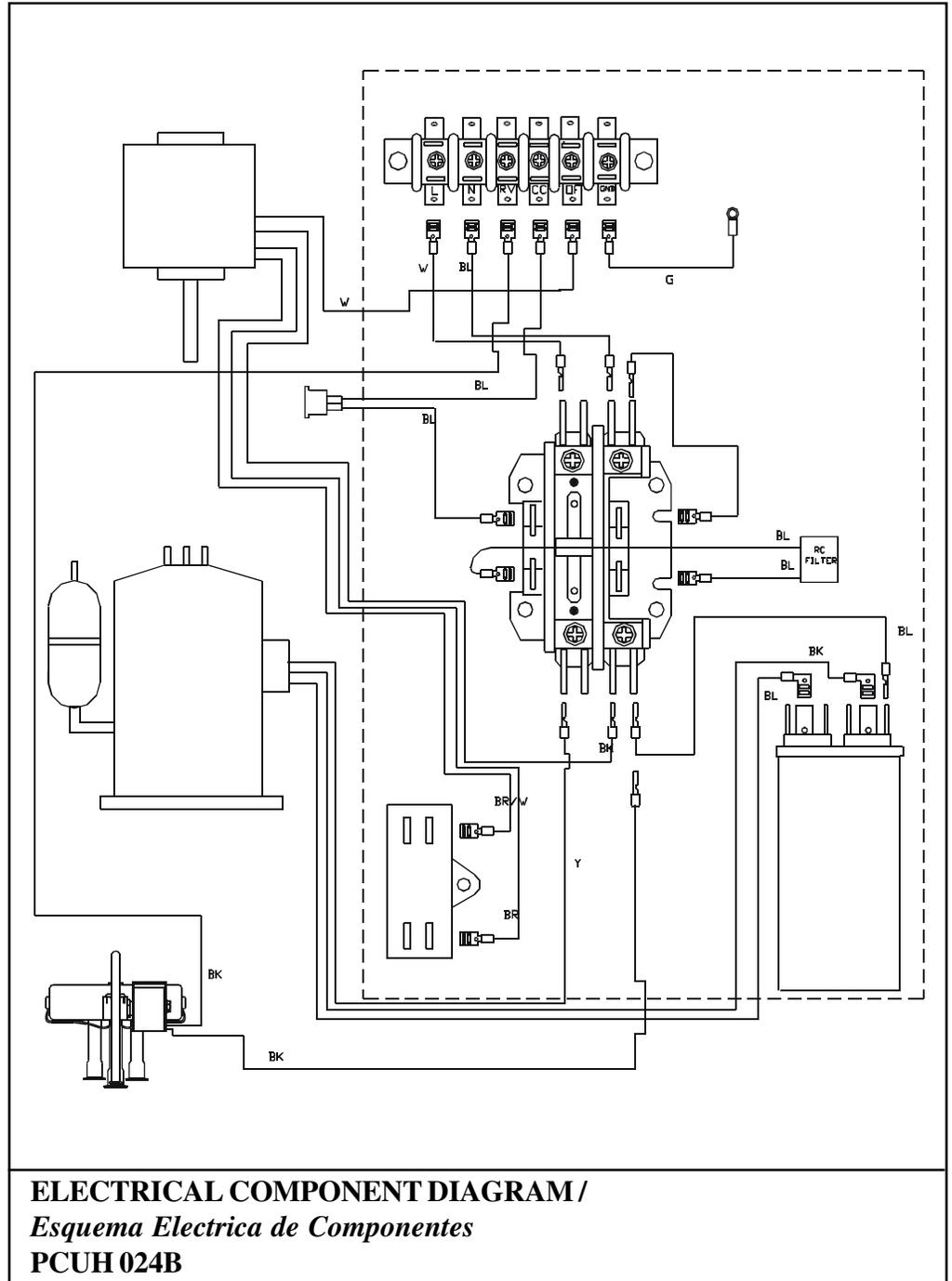


Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

Symbols used in Electrical Component Diagram /

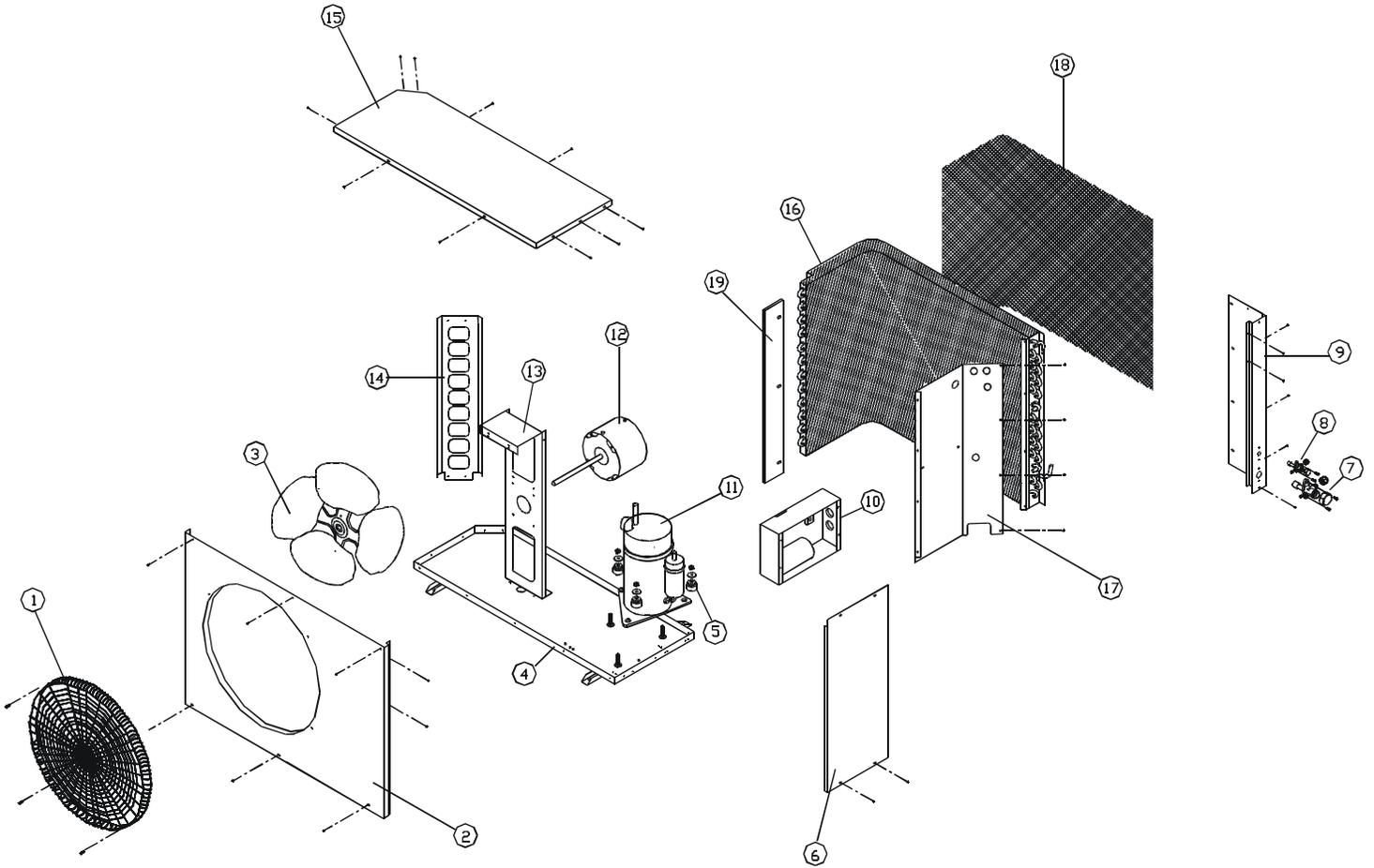
Simbolos Usados en el Esquema Electrica de Componentes

- 
Motor / Motor
- 
Fan Capacitor /
Capacitor del Ventilador
- 
High / Low
Pressure Switch /
Switch Alta/
Baja
- 
Compressor
Capacitor /
Capacitor del
Compresor
- 
Single Pole
Contactor /
Contactor de
un Via
- 
6-Pole Terminal
Block / Bloqueo
terminal de 6
polo
- 
Compressor /
Compresor
- 
4-Way
Reversing Valve /
Valvula reversiva
de 4 vias



Exploded Diagram / Diagrama de Exploracion

*Single Compressor Side Discharge Condensing Unit
PCU - Series B (9,000 - 30,000 Btu/h)*



Spare Parts Listing /

Lista de Piezas de Repuesto

SINGLE COMPRESSOR SIDE DISCHARGE CONDENSING UNIT ASSEMBLY PCU - SERIES B

Item No.	Part Name	Part No.	Quantity					Notes
			009	012	018	024	030	
1	Fan Guard, 18" Diameter, Plastic	C03-218				1	1	
	Fan Guard, 16" Diameter, Plastic	C03-222	1	1	1			
2	Front Panel Rounded	CU018B-003	1	1	1			
	Front Panel Assembly Rounded	ACU024B-01				1	1	
3	Propeller Fan, 16"OD * 10 mm Bore	C04-263	1	1	1			
	Propeller Fan, 18"OD * 1/2" Bore	C04-266				1	1	
4	Base Assy, Teco, 12,000 Btu, 60Hz	ACU018B-07	1					Assembly Consists of Base and Skid. Please specify Compressor Type, Size and Hertz.
	Base Assembly, Siam 60Hz Rounded	ACU018B-04		1	1			
	Base Assembly, Hitachi 60Hz Rounded	ACU024B-08				1		
	Base Assembly, Copeland, Rounded	ACU024B-05					1	
5	Stud Set For Siam RH Model	R060-756	1	1	1	1		
	Nut, Hex 5/16"	R060-758					4	
	Washer, Lock, Split, 5/16"	R060-810					4	
	Self Clinching Stud, 5/16" * 1 3/4	R060-754					4	
6	Service Panel Rounded	CU018B-004	1	1	1			
	Service Panel Rounded	CU024B-004				1	1	
7 & 8	A/C Split Type Valve, 1/4"	C08-493	1	1	1			
	A/C Split Type Valve, 3/8"	C08-494	1			1	1	
	A/C Split Type Valve, 1/2"	C08-495		1	1			
	A/C Split Type Valve, 5/8"	C08-496				1	1	
9	Outlet Plate Rounded	CU009B-002	1					
	Outlet Plate Rounded	CU018B-002		1	1			
	Outlet Plate Rounded	CU024B-002				1	1	
10	Control Box Rounded	CU018B-011	1	1	1			
	Control Box Rounded	CU024B-011				1	1	
50 Hz	Compressor, RH 165 VGBT	CO1-161	1					C12-1042 - Capacitor, Run, 25MFD,400VAC
	Compressor, PH200X2C-4FT	CO1-353		1				C12-1045 - Capacitor, Run, 25MFD,370VAC
	Compressor, SHY33MC4-U	CO1-168			1			C12-1069 - Capacitor, Run, 45MFD,400VAC
	Compressor, PH36VPET	CO1-170				1		C12-1069 - Capacitor, Run, 45MFD,400VAC
	Compressor, CR32KQ-PFT-240BN	CO1-027					1	C12-1074 - Capacitor, Run, 45MFD,440VAC
60 Hz	Compressor, PH135X1C-3DZU2	CO1-350	1					C12-1082 - Capacitor, Run, 35MFD,440VAC
	Compressor, PH180X1C-3FTU2	CO1-352		1				C12-1082 - Capacitor, Run, 35MFD,440VAC
	Compressor, PH240X2C-3FTU1	CO1-356			1			C12-1072 - Capacitor, Run, 40MFD,370VAC
	Compressor, PH360X3CS-3KUU1	CO1-360				1		C12-1078 - Capacitor, Run, 55MFD,400VAC
	Compressor, CR28KQ-PFV-240BN	CO1-026					1	C12-1082 - Capacitor, Run, 35MFD,440VAC
12	Motor, 1/20 HP 208/230V-1Ph-50/60Hz	C02-106	1	1	1			C12-1062 - Capacitor, 2.5MFD,400VAC
	Motor, 1/18 HP 220V-1Ph-50/60Hz	C02-107				1	1	C12-1065 - Capacitor, 3MFD,450VAC
13	Motor Bracket, Rounded	CU018B-005	1	1	1			Assembly consists of Motor Bracket Top (CU024B-005) & Motor Bracket Bottom (CU024B-006)
	Motor Bracket, Assembly	ACU024-05				1	1	

Spare Parts Listing /
Lista de Piezas de Repuesto

SINGLE COMPRESSOR SIDE DISCHARGE CONDENSING UNIT ASSEMBLY
PCU - SERIES B

Item No.	Part Name	Part No.	Quantity					Notes
			009	012	018	024	030	
14	Back Corner Post Rounded	CU018B-001	1	1	1			
	Back Corner Post Rounded	CU024B-001				1	1	
15	Top, Rounded	CU018B-007	1	1	1			
	Top, Rounded	CU024B-007				1	1	
16	Coil, Condenser w/o Capillary	CC-PCU-012F-0	1	1				
	Coil, Condenser w/o Capillary	CC-PCU-018B-0			1			
	Coil, Condenser w/o Capillary	CC-PCU-024B-0				1	1	
17	Compressor Partition Rounded	CU018B-016	1	1	1			For PCU-024 & 030 Please specify Compressor Type
	Compressor Partition	CU024-046				1	1	
	Compressor Partition, Copeland	CU024-047				1	1	
18	Diamond Pattern Mesh, Plastic (sq.m)	C03-230	0.361	0.3613	0.3613	0.5729	0.5729	
19	Coil Barrier	CU012F-006	1	1				

Reversing Valve	C08-485	1						REVERSING VALVES USED ON HEAT PUMP UNITS ONLY
Reversing Valve	C08-486		1	1				
Reversing Valve	C08-487				1			
Terminal Block, 4 Pole	C11-701	1	1	1	1	1		
Low Pressure Switch, 17-60 PSIG	C12-1005	1	1	1	1	1		
Contactora, 1 Pole, 30A, 208/240VAC	C12-804	1	1	1	1	1		

Troubleshooting Guide /

Guia Para Resolver los Problemas con el Equipo

If your system is not functioning properly, please follow our checking procedures to determine if there is a genuine fault. /

Si su unidad no está funcionando bien, favor seguir nuestras instrucciones para determinar si existe alguna avería.

(A) When the compressor does not operate: / Cuando el compresor no esté funcionando:

1. Check whether power is switched "On" or "Off" from the indoor unit control. /

Chequear si el control de energía de la unidad interior está enchufada o no.

2. Check whether the power circuit breaker has tripped off. / *Chequear si el breaker del circuito de energía se ha disparado.*

3. Check thermostat setting. If thermostat setting is greater than room temperature, compressor will be off. /

Chequear el ajuste del termostato. Si el ajuste del termostato es mayor que la temperatura de la habitación, el compresor estará apagado.

4. Check for loose electrical connections. / *Chequear si hay alguna conexión eléctrica suelta.*

(B) When compressor is operating but cooling is insufficient: / Cuando el compresor está funcionando pero no enfriando lo suficiente:

1. Check whether air filters located in the fan coil unit are dirty or blocked. /

Chequear si los filtros de aire que están en el serpentín del ventilador se encuentran sucios o bloqueados.

2. Check whether the airflow of the fan coil unit is restricted. /

Chequear si la salida del aire en el serpentín del ventilador está restringida.

3. Check whether there is an increase in the number of people in the room./

Chequear si hay un número muy elevado de personas en la habitación.

4. Check whether all the doors and windows are closed properly. /

Chequear si todas las puertas y ventanas están bien cerradas.

(C) When condensing unit is not operating: / Cuando el condensador no está funcionando:

1. Check whether power is switched "On" or "Off" from the indoor unit control. /

Chequear si el control de energía de la unidad interior está enchufada o no.

2. Check whether the power circuit breaker has tripped off. / *Chequear si el breaker del circuito de energía se ha disparado.*

3. Check wiring between indoor and outdoor units according to electrical schematics. /

Chequear si la instalación eléctrica entre las unidades interior y exterior concuerda con el esquema eléctrico.

4. Check voltage supply. / *Chequear el suministro del voltaje.*

(D) When system is noisy: / Cuando el sistema produce demasiado ruido:

1. Check whether unit is securely mounted. / *Chequear si la unidad está firmemente montada.*

2. Check whether there is excessive piping vibration. Support where required. /

Chequear si hay una excesiva vibración. Sostenerlo donde sea necesario.

3. Check whether unit is mounted with vibration isolators. / *Chequear si la unidad está montada con separadores de vibración.*

4. Check whether panels are fastened securely. / *Chequear si los paneles están firmemente ajustado.*



PEAKE INDUSTRIES LIMITED
177 WESTERN MAIN ROAD, COCORITE,
P.O. BOX 1221,
PORT OF SPAIN, TRINIDAD, WEST INDIES
TEL: (868) 622-PEAK (7325)
FAX: (868) 622-4580
e-mail: peake@peakeind.com,
<http://www.peakeind.com>

PEAKE

PHW/PHWH SERIES G - HIGH WALL UNITS



9,000 - 12,000 BTU/H



18,000 BTU/H



24,000 BTU/H

QUALITY • FLEXIBILITY • VISION



PHW/PHWH

9,000 - 12,000 BTU/H

SPLIT TYPE HIGH WALL MOUNTED FAN COIL UNIT WITH COOLING/HEATING

MODEL / Modelo PHW - Series G		009	012
NOMINAL COOLING CAPACITY <i>Capacidad nominal de enfriamiento</i>	Btu/h	9,000	12,000
INDOOR AIR VOLUME / <i>Volumen de aire interior</i>	cfm	247	247
NOISE LEVEL (HIGH SPEED) / <i>Niveles de ruido (Alta velocidad)</i>	dba	39	39
DIMENSION WxDxH <i>Dimensión ancho x profundidad x largo</i>	mm	805x148x265	805x148x265
NET WEIGHT / <i>Peso neto</i>	kg	7.5	7.5
POWER SUPPLY / <i>Suministro de energía</i>	V-Ph-Hz	220-1-50/60	
EVAPORATOR COIL / <i>Serpentín evaporadora</i>		Grooved Copper Tube / Enhanced Aluminium Fin / <i>Tubo de cobre acanalado/aleta de aluminio realzado</i>	
Face Area / <i>Dimensión frontal</i>	ft ²	1.3	1.3
Row...Fin/in. / <i>Filas aletas</i>		2...16	2...16
REFRIGERANT / <i>Refrigerante</i>		R22	
AIR FLOW CONTROL / <i>Control de salida del aire</i>		Automatic Up-Down Swing Feature / <i>Automatico movimiento hacia arriba-abajo</i>	
FAN OPERATION / <i>Operación del ventilador</i>		Auto High-Medium-Low / <i>Auto alto-mediano-bajo</i>	
FAN TYPE / <i>Modelo de ventilador</i>		Random Pitch Large Diameter Cross Flow Fan <i>Largo diametro para un mejor flujo de aire</i>	
PIPING CONNECTIONS / <i>Conexiones de tubería</i>			
Suction / <i>Succión</i>	in.	3/8	3/8
Liquid / <i>Líquido</i>	in.	1/4	1/4
Drain (O.D.) / <i>Drenaje</i>	in.	1/2	1/2
CONTROLLER OPTION / <i>Opción para el regulador</i>		LCD Infra-red Remote / <i>Control infra-rojo LCD</i>	
AIR FILTERS / <i>Filtros de aire</i>		Washable Synthetic Netting / <i>Tela lavable de material sintética</i>	
DRAIN PAN / <i>Bandeja de drenaje</i>		Plastic, Completely Insulated with Drain Hose / <i>Plástico, completamente aislado con una manguera de desagüe</i>	



Large diameter random pitch cross flow fan
Largo diametro para un mejor flujo de aire



3 Minute Delay for Circuit Protection
Incluye tres minutos de retardo en el circuito para adiciones de protección



Powerful cooling & Heating
Intenso enfriamiento y calentamiento



Four way airflow distribution
El flujo es distribuidor en cuatro vías



Power Supply
220V-1ph-50/60Hz.
Suministro de energía 220V-1ph-50/60Hz.



Mild dehumidifying
Suave deshumedecedor (Reductor de humedad)



High Efficiency and Energy Saving
Alta seguridad en la eficiencia de energía



Detachable & Washable Front Grill & Filter
Rejilla y filtro Desmontable y lavables



LEGEND: cfm - Cubic Feet per Minute.

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications. Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit. Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: cfm - pie cúbico por minuto.

Notas: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I. Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior. Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.



PHW/PHWH

18,000 BTU/H

SPLIT TYPE HIGH WALL MOUNTED FAN COIL UNIT
WITH COOLING/HEATING

MODEL / Modelo PHW - Series G		018
NOMINAL COOLING CAPACITY <i>Capacidad nominal de enfriamiento</i>	Btu/h	18,000
INDOOR AIR VOLUME / <i>Volumen de aire interior</i>	cfm	424
NOISE LEVEL (HIGH SPEED) / <i>Niveles de ruido (Alta velocidad)</i>	dba	45
DIMENSION WxDxH <i>Dimensión ancho x profundidad x largo</i>	mm	905x235x285
NET WEIGHT / <i>Peso neto</i>	kg	13
POWER SUPPLY / <i>Suministro de energía</i>	V-Ph-Hz	220-1-50/60
EVAPORATOR COIL / <i>Serpentín evaporadora</i>	Grooved Copper Tube / Enhanced Aluminium Fin / <i>Tubo de cobre acanalado/aleta de aluminio realzado</i>	
Face Area / <i>Dimensión frontal</i>	ft ²	2.3
Row...Fin/in. / <i>Filas aletas</i>		2...19
REFRIGERANT / <i>Refrigerante</i>		R22
AIR FLOW CONTROL / <i>Control de salida del aire</i>	Automatic Up-Down Swing Feature / <i>Automatico movimiento hacia arriba-abajo</i>	
FAN OPERATION / <i>Operación del ventilador</i>	Auto High-Medium-Low / <i>Auto alto-mediano-bajo</i>	
FAN TYPE / <i>Modelo de ventilador</i>	Random Pitch Large Diameter Cross Flow Fan <i>Largo diametro para un mejor flujo de aire</i>	
PIPING CONNECTIONS / <i>Conexiones de tubería</i>		
Suction / <i>Succión</i>	in.	3/8
Liquid / <i>Líquido</i>	in.	1/4
Drain (O.D.) / <i>Drenaje</i>	in.	1/2
CONTROLLER OPTION / <i>Opción para el regulador</i>	LCD Infra-red Remote / <i>Control infra-rojo LCD</i>	
AIR FILTERS / <i>Filtros de aire</i>	Washable Synthetic Netting / <i>Tela lavable de material sintética</i>	
DRAIN PAN / <i>Bandeja de drenaje</i>	Plastic, Completely Insulated with Drain Hose / <i>Plástico, completamente aislado con una manguera de desagüe</i>	



Large diameter random pitch cross flow fan
Largo diametro para un mejor flujo de aire



3 Minute Delay for Circuit Protection
Incluye tres minutos de retardo en el circuito para adiciones de protección



Powerful cooling & Heating
Intenso enfriamiento y calentamiento



Four way airflow distribution
El flujo es distribuidor en cuatro vías



Power Supply
220V-1ph-50/60Hz.
Suministro de energía 220V-1ph-50/60Hz.



Mild dehumidifying
Suave deshumedecedor (Reductor de humedad)



High Efficiency and Energy Saving
Alta seguridad en la eficiencia de energía



Detachable & Washable Front Grill & Filter
Rejilla y filtro Desmontable y lavables



LEGEND: cfm - Cubic Feet per Minute.

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications. Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit. Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: cfm - pie cúbico por minuto.

Notas: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I. Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior. Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.



PHW/PHWH

24,000 BTU/H
SPLIT TYPE HIGH WALL MOUNTED FAN COIL UNIT
WITH COOLING/HEATING

MODEL / <i>Modelo</i> PHW - Series G		024
NOMINAL COOLING CAPACITY <i>Capacidad nominal de enfriamiento</i>	Btu/h	24,000
INDOOR AIR VOLUME / <i>Volumen de aire interior</i>	cfm	706
NOISE LEVEL (HIGH SPEED) / <i>Niveles de ruido (Alta velocidad)</i>	dba	48
DIMENSION WxDxH <i>Dimensión ancho x profundidad x largo</i>	mm	1150x197x330
NET WEIGHT / <i>Peso neto</i>	kg	17
POWER SUPPLY / <i>Suministro de energia</i>	V-Ph-Hz	220-1-50/60
EVAPORATOR COIL / <i>Serpentin evaporadora</i>	Grooved Copper Tube / Enhanced Aluminium Fin / <i>Tubo de cobre acanalado/aleta de aluminio realzado</i>	
Face Area / <i>Dimension frontal</i>	ft ²	3.3
Row...Fin/in. / <i>Filas aletas</i>		2...19
REFRIGERANT / <i>Refrigerante</i>		R22
AIR FLOW CONTROL / <i>Control de salida del aire</i>	Automatic Up-Down Swing Feature / <i>Automatico movimiento hacia arriba-abajo</i>	
FAN OPERATION / <i>Operacion del ventilador</i>	Auto High-Medium-Low / <i>Auto alto-mediano-bajo</i>	
FAN TYPE / <i>Modelo de ventilador</i>	Random Pitch Large Diameter Cross Flow Fan <i>Largo diametro para un mejor flujo de aire</i>	
PIPING CONNECTIONS / <i>Conexiones de tuberia</i>		
Suction / <i>Succion</i>	in.	5/8
Liquid / <i>Liquido</i>	in.	3/8
Drain (O.D.) / <i>Drenaje</i>	in.	5/8
CONTROLLER OPTION / <i>Opcion para el regulador</i>	LCD Infra-red Remote / <i>Control infra-rojo LCD</i>	
AIR FILTERS / <i>Filtros de aire</i>	Washable Synthetic Netting / <i>Tela lavable de material sintetica</i>	
DRAIN PAN / <i>Bandeja de drenaje</i>	Plastic, Completely Insulated with Drain Hose / <i>Plastico, completamente aislado con una manguera de desagüe</i>	



Large diameter random pitch cross flow fan
 Largo diametro para un mejor flujo de aire



3 Minute Delay for Circuit Protection
 Incluye tres minutos de retardo en el circuito para adiciones de protección



Powerful cooling & Heating
 Intenso enfriamiento y calentamiento



Four way airflow distribution
 El flujo es distribuidor en cuatro vías



Power Supply
 220V-1ph-50/60Hz.
 Suministro de energia
 220V-1ph-50/60Hz.



Mild dehumidifying
 Suave deshumedecedor
 (Reductor de humedad)



High Efficiency and Energy Saving
 Alta seguridad en la eficiencia de energia



Detachable & Washable Front Grill & Filter
 Rejilla y filtro Desmontable y lavables



LEGEND: cfm - Cubic Feet per Minute.

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications. Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit. Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: cfm - pie cúbico por minuto.

Notas: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I. Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior. Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
 El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.

FEATURES

- 0...3 to 0...500 psi and -15...15 to -15...100 psi
- Calibrated and temperature compensated
- Rugged stainless steel isolated package
- Small size
- Absolute and gage pressures
- Reliable semiconductor technology

APPLICATIONS

- Industrial controls

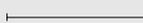
GENERAL DESCRIPTION

The stainless steel 19C series devices were developed for pressure applications that involve measurement of hostile media in harsh environments. These sensors will accommodate any media that does not adversely affect 316 stainless steel.

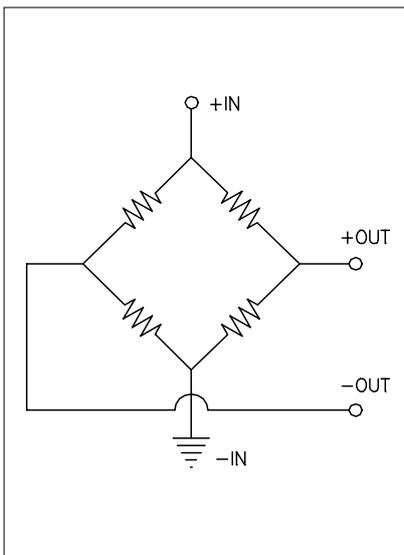
These 19 mm sensors are available for use with either a constant voltage or current source. They feature a variety of pressure connections to allow use in a wide range of OEM equipment.

The 19C series devices are rugged and reliable transducers for use in a wide variety of pressure sensing applications where corrosive liquids or gases are monitored.

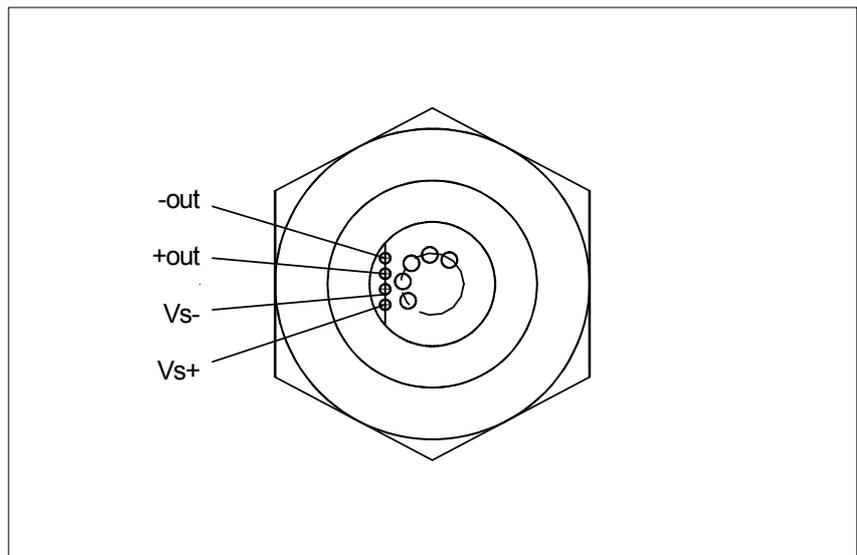


Scale:  1 cm
 1 inch

EQUIVALENT CIRCUIT



ELECTRICAL CONNECTION



PRESSURE SENSOR CHARACTERISTICS (all devices)

Environmental specifications

Temperature ranges:
 Compensated 0 to +82°C
 Operating -40 to +125°C
 Storage -40 to +125°C

Vibration: 10 g at 20 - 2000 Hz

Shock: 100 g for 11 msec

Life: 1 million cycles minimum

Insulation resistance (min.): 100 MΩ at 50 V_{DC}

Maximum ratings

Voltage version „K“: Supply voltage V_S +15 V_{DC}

Current version „L“: Supply current I_S +2.0 mA

PRESSURE RANGE SPECIFICATIONS

SenSym part number	Pressure range	Proof pressure ⁷	Burst pressure ⁸
19C003PG...	0 - 3 psig	9 psig	15 psig
19C005PG...	0 - 5 psig	15 psig	25 psig
19C010PG...	0 - 10 psig	30 psig	45 psig
19C015P(A,G)...	0 - 15 psi	45 psi	75 psig
19C015PV...	-15 to 15 psig	45 psig	75 psig
19C030P(A,G)...	0 - 30 psi	90 psi	150 psi
19C030PV...	-15 to 30 psig	90 psig	150 psig
19C050P(A,G)...	0 - 50 psi	150 psi	250 psi
19C100P(A,G)...	0 - 100 psi	300 psi	300 psi
19C100PV...	-15 to 100 psig	300 psig	300 psig
19C200P(A,G)...	0 - 200 psi	600 psi	1000 psi
19C300P(A,G)...	0 - 300 psi	900 psi	1500 psi
19C500P(A,G)...	0 - 500 psi	1200 psi	2400 psi

PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹

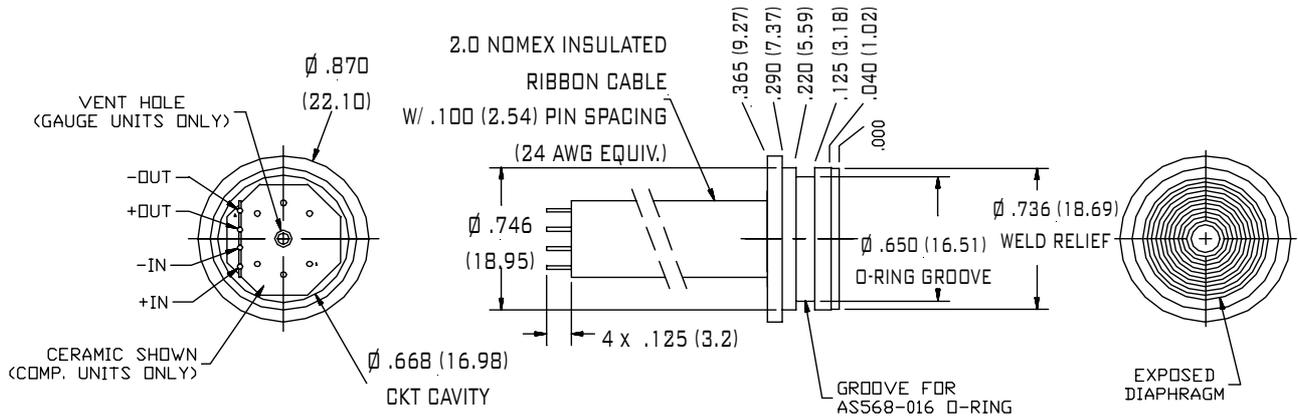
Characteristics		Min.	Typ.	Max.	Units
Zero pressure offset		-2	0	2	mV
Full scale span ²	19C003...K, 19C005...K only All others	48 98	50 100	52 102	
Non-linearity ³		---	±0.1	±0.25	%FSO
Pressure hysteresis ³		---	±0.015	±0.030	
Thermal effects ⁴	Offset	---	±0.5	±1.0	
	Span	---	±0.5	±1.0	
Thermal effects (19C003..., 19C005... only) ⁴	Offset	---	---	±2.0	
	Span	---	---	±2.0	
Thermal hysteresis (0 to 82°C)		---	±0.1	±0.3	
Repeatability		---	±0.010	±0.030	
Long term stability of offset and span ⁵		---	±0.1	±0.3	
Response time (10 to 90 %)		---	0.1	---	ms
Input impedance	Current version "L"	2.0	4.5	8.0	kΩ
	Voltage version "K"	8.0	25	50	
Output impedance		3.0	4.5	6.0	
Common mode voltage ⁹	Voltage version "K" only	0.5	1.3	2.0	V

Specification notes:

1. Reference conditions (unless otherwise noted): supply voltage, $V_s = 10 V_{DC} \pm 0.01 V_{DC}$ („K“-devices) or $I_s = 1.5 \text{ mA} \pm 0.015 \text{ mA}$ („L“-devices); $t_{amb} = 25^\circ\text{C}$.
2. Span is the algebraic difference between the output voltage at full scale pressure and the output at zero pressure. Full scale span is ratiometric to the supply voltage.
3. Linearity is based on **Best fit Straight Line** from the zero to the full scale pressure. Hysteresis is the maximum output difference at any point within the operating pressure range for increasing and decreasing pressure.
4. Maximum error band of the offset voltage or span over the compensated temperature range, relative to the 25°C reading.
5. Long term stability over a six month period.
6. Response time for a step change from the zero pressure to the full scale pressure .
7. The maximum pressure that can be applied without changing the transducer's performance or accuracy.
8. The maximum pressure that can be applied to a transducer without rupture of either the sensing element or transducer case.
9. Common mode voltage as measured from output to ground.

PHYSICAL DIMENSIONS (cont.)

Flush mount with flange package (3)

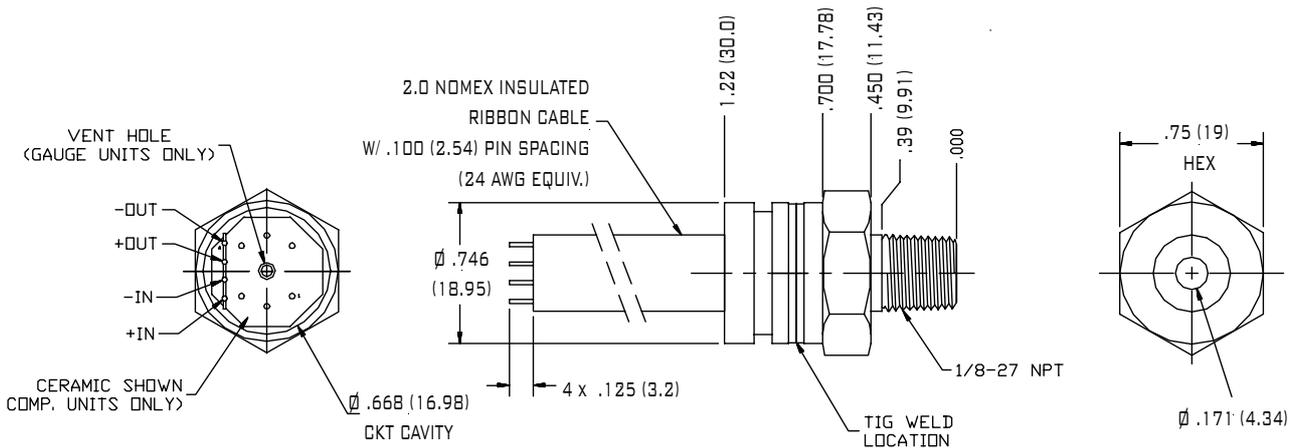


Do not touch the diaphragm!

mass: 19 g

dimensions in inches (mm)

Male 1/8-27 NPT package (4)



mass: 47 g

dimensions in inches (mm)

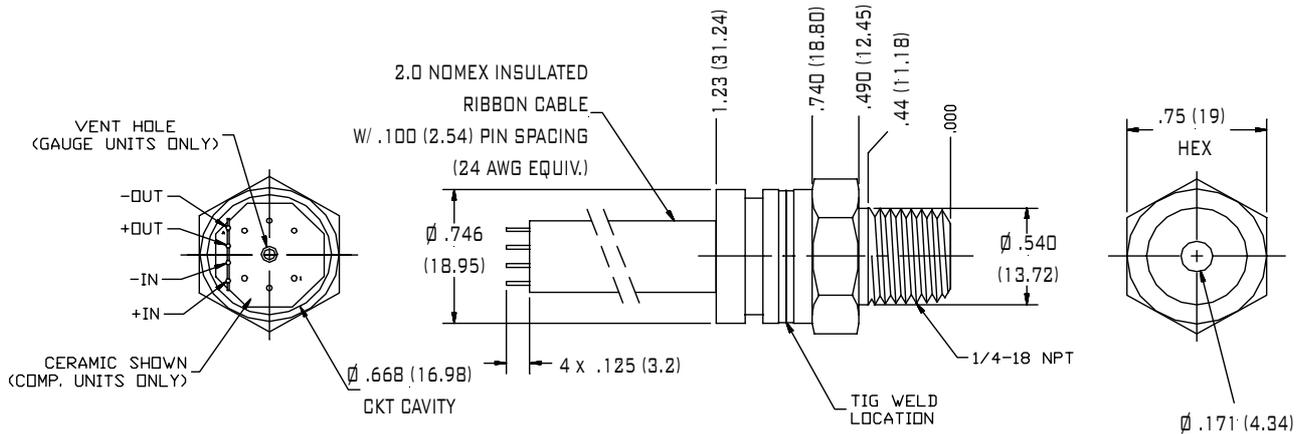
19C...K/L Series



Temp. compensated and calibrated stainless steel pressure sensor

PHYSICAL DIMENSIONS (cont.)

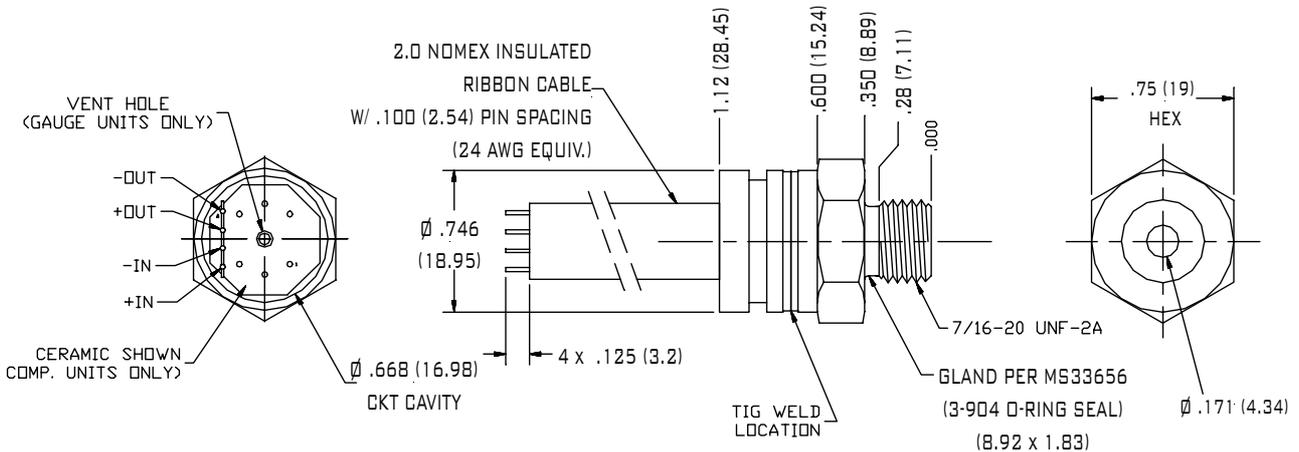
Male 1/4-18" NPT package (5)



mass: 47 g

dimensions in inches (mm)

Male 7/16 UNF package (6)

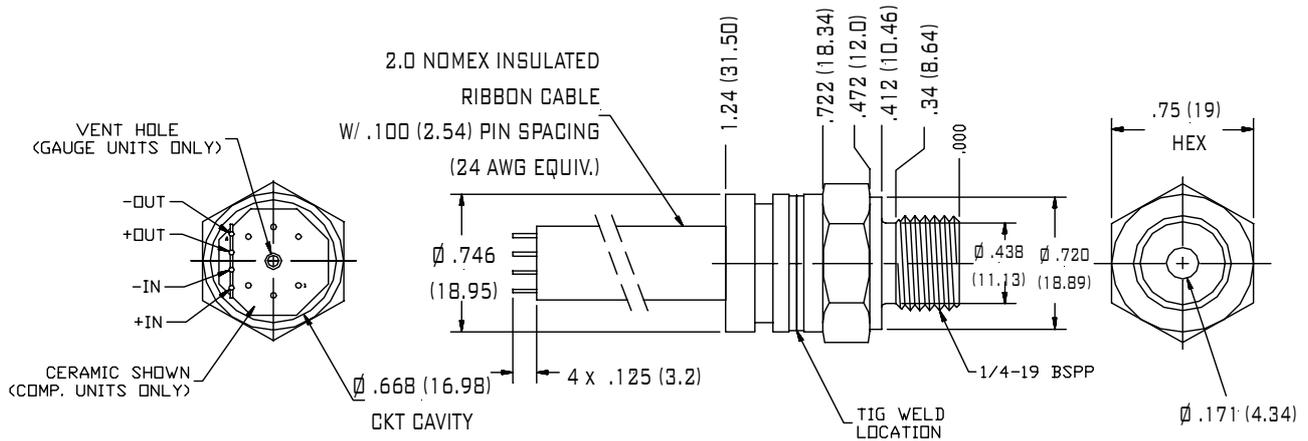


mass: 47 g

dimensions in inches (mm)

PHYSICAL DIMENSIONS (cont.)

Male 1/4 BSP package (7)



mass: 52 g

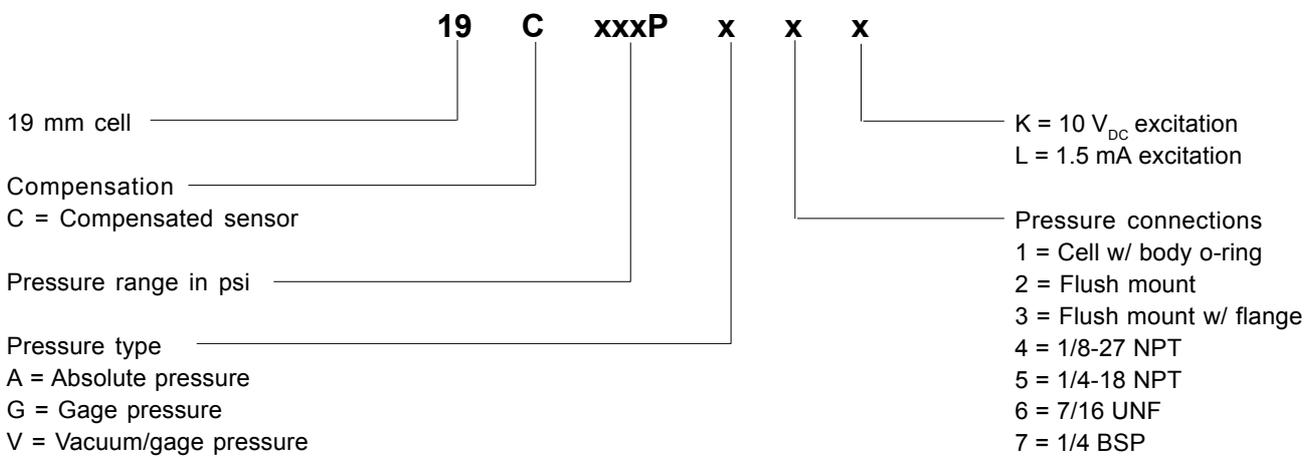
dimensions in inches (mm)

19C...K/L Series



Temp. compensated and calibrated stainless steel pressure sensor

ORDERING INFORMATION - Part number description



For example: part no. **19C100PA4K** = 19 mm cell, compensated, 100 psi, absolute, 1/8NPT port, with 10 V_{DC} excitation

SenSym and Sensortechinics reserve the right to make changes to any products herein. SenSym and Sensortechinics do not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein, neither do they convey any license under their patent rights nor the rights of others.



Filtros secadores y Visores de líquido

Indice	Página
Función	3
Selección del filtro secador	4
Localización en el sistema de refrigeración	4
Instalación	6
Soldadura	7
Funcionamiento	8
Cambia el filtro secador cuando	8
DCR	9
Juntas y arandelas.....	9
Montaje de juntas.....	9
Desecho	10
Cambio del filtro secador	10
Filtros especiales de Danfoss	10
Filtros combinados, tipo DCC/DMC	10
Filtro antiácidos, tipo 48-DA	11
Aplicaciones especiales	11
Filtros secadores DCL/DML	11
Dimensionamiento.....	12
EPD (Punto de equilibrio de secado)	12
Capacidad de secado (capacidad de absorción de agua)	13
Capacidad de líquido (ARI 710*)	13
Capacidad recomendada del sistema	13
Localización y reparación de averías.....	14
Gama de filtros secadores Danfoss	15

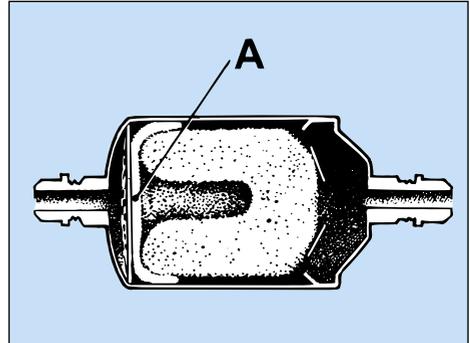
Función

Para asegurar un funcionamiento óptimo, el interior del sistema de refrigeración deberá estar limpio y seco. Antes de poner en marcha el sistema, deberá eliminarse la humedad por vacío a una presión absoluta de 0.05 mbar.

Durante el funcionamiento, es preciso recoger y eliminar suciedad y humedad.

Para ello se utiliza un filtro secador que contiene un núcleo sólido formado por:

- Molecular sieves (támiz molecular)
- Gel de sílice
- Alúmina activada y una malla de poliéster (A) insertada en la salida del filtro.

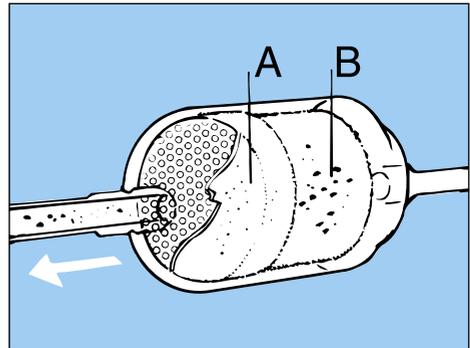


Ah0_0001

El núcleo sólido es comparable a una esponja, capaz de absorber agua y retenerla.

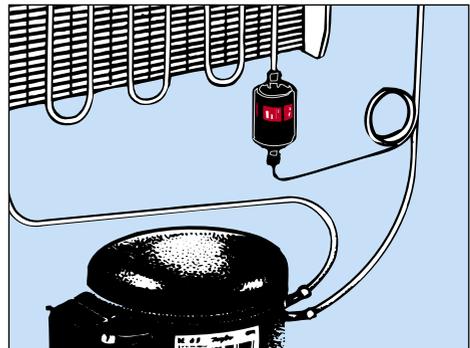
El tímiz molecular y el gel de sílice retienen el agua, mientras que la alúmina activada retiene el agua y los ácidos. El núcleo sólido (B), junto con la malla de poliéster (A), actúa asimismo como filtro contra la suciedad. El núcleo sólido retiene las partículas de suciedad grandes, mientras que la malla de poliéster atrapa las partículas pequeñas.

El filtro secador es, por lo tanto, capaz de interceptar todas las partículas de suciedad de un tamaño superior a 25 micras.



Ah0_0011

Los tipos DCL/DML 032s, DCL/DML 032.5s y DCL/DML 033s se fabrican especialmente para sistemas de tubos capilares y se utilizan por tanto en sistemas de refrigeración en los que la expansión se produce a través de un tubo capilar.



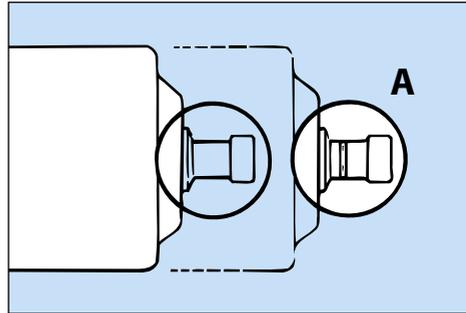
Ah0_0017

Selección del filtro secador

El filtro secador debe seleccionarse de forma que se adapte a las conexiones y a la capacidad del sistema de refrigeración.

Si se precisa un filtro con conexiones para soldar, se recomienda la utilización de los filtros secadores Danfoss tipos DCL/DML. Cuentan con una capacidad de secado muy elevada que prolonga el intervalo entre los cambios de filtro.

Un anillo situado en el conector (A) indica que el tamaño se especifica en mm, si carece de anillo, el tamaño se especifica en pulgadas. El tipo DCL se puede utilizar con refrigerantes CFC/HCFC mientras que el tipo DML se utiliza para refrigerantes HFC.

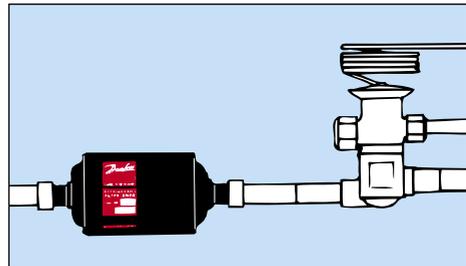


Ah0_0018

Localización en el sistema

El filtro secador se instala normalmente en la línea de líquido, donde su función principal consiste en proteger la válvula de expansión.

La velocidad del refrigerante en la línea es baja, y por ello el contacto entre el refrigerante y el núcleo sólido del filtro secador es bueno. A la vez que la pérdida de carga a través del filtro secador es baja.



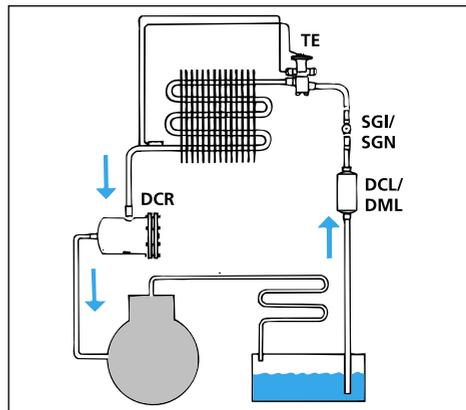
Ah0_0019

También se puede instalar un filtro secador en la tubería de aspiración para proteger el compresor contra suciedad y secar el refrigerante.

Los filtros de aspiración, también llamados filtros antiácidos, se utilizan para eliminar los ácidos tras producirse un daño en el motor. Para asegurar una reducida pérdida de carga, el filtro de aspiración debe ser mayor que el filtro de la línea de líquido.

Se debe cambiar el filtro de aspiración antes de que la pérdida de carga supere los siguientes valores:

Sistemas de A/A:	0.50 bar
Sistemas de refriger.:	0.25 bar
Sistemas de congel.:	0.15 bar



Ah0_0020

Detrás del filtro secador, se debe instalar un visor de líquido con un indicador de humedad.

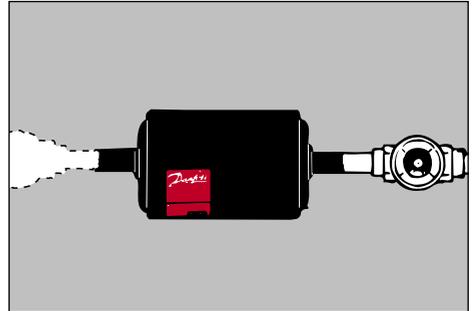
La indicación del visor significa:

Verde: No existe humedad "peligrosa" en el refrigerante.

Amarillo: Contenido de humedad en el refrigerante demasiado elevado, delante de la válvula de expansión.

Burbujas:

- 1) La pérdida de carga a través del filtro secador es demasiado elevada.
- 2) No hay subenfriamiento
- 3) Falta de refrigerante en todo el sistema



Ah0_0032

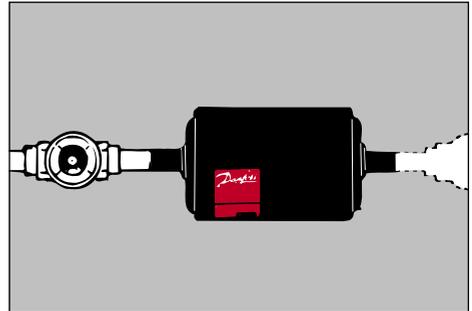
Si el visor de líquido se instala delante del filtro secador, la indicación será la siguiente:

Verde: No existe humedad "peligrosa" en el refrigerante.

Amarillo: Contenido de humedad en el refrigerante demasiado elevado en todo el sistema.

Burbujas:

- 1) No hay subenfriamiento
- 2) Falta de refrigerante en todo el sistema

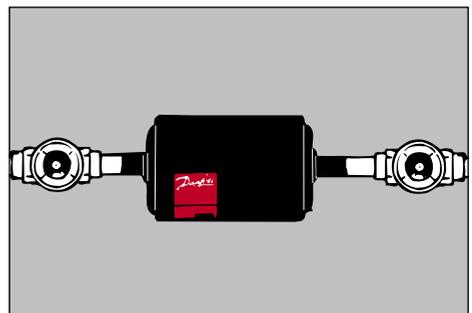


Ah0_0031

Por tanto, si se precisa una indicación tanto del contenido total de humedad en el sistema de refrigeración, como del estado del refrigerante por delante de la válvula de expansión, se deberá instalar un visor de líquido a ambos lados del filtro secador.

El punto de cambio de verde a amarillo en el visor de líquido es determinado en función de la hidrosolubilidad del refrigerante.

El indicador muestra el color amarillo antes de que se produzca el riesgo de congelación del agua en la válvula de expansión.



Ah0_0030

¡Nota!

No añada refrigerante simplemente porque aparezcan burbujas en el visor de líquido. Antes deberá determinar la causa de las burbujas!



Ah0_0006

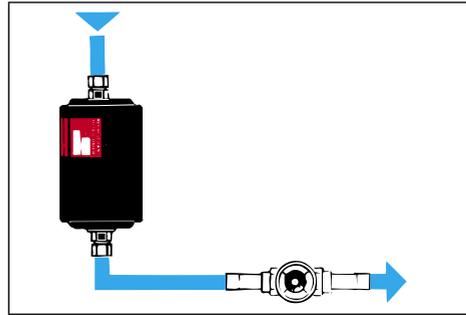
Instalación

El filtro secador se debe instalar con el caudal en la dirección indicada por la flecha que aparece en la etiqueta.

El filtro secador puede instalarse en cualquier sentido, pero hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:

El montaje vertical con un caudal descendente se traduce en una rápida evacuación/vaciado del sistema de refrigeración.

Con un montaje vertical y un caudal ascendente, la evacuación/vaciado será más lenta, ya que el refrigerante debe evaporarse a través del filtro secador.

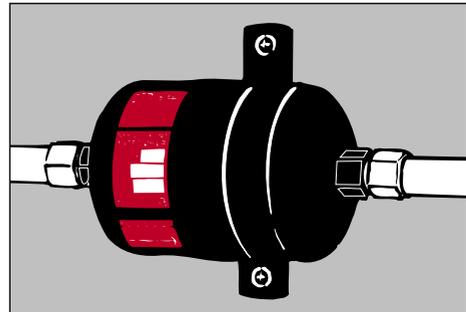


Ah0_0022

El núcleo sólido está firmemente ajustado en la carcasa del filtro. Los filtros secadores Danfoss son capaces de resistir una vibración de hasta 10 g*).

Determine si la tubería soportará el filtro secador y tolerará la vibración. Si no es así, el filtro secador deberá instalarse mediante una abrazadera u otro método similar, y asegurarse a una parte rígida del sistema.

*) 10 g = diez veces la fuerza de gravedad de la tierra.

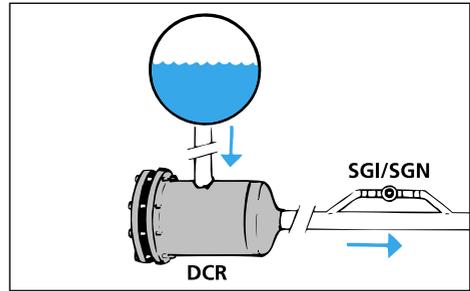


Ah0_0028

DCR: Instalar con el conector de entrada mirando hacia arriba en posición horizontal.

De esta manera se evita que la suciedad penetre en la tubería cuando se cambie el núcleo.

Al instalar un DCR nuevo, hay que recordar que siempre debe haber suficiente espacio para cambiar el núcleo.

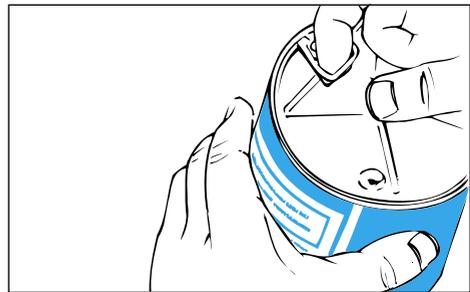


Ah0_0002

No extraiga los filtros secadores o núcleos de sus cajas hasta que vaya a instalarlos, con el fin de protegerlos contra posibles daños.

No existe vacío ni sobrepresión en el interior de los filtros y los botes.

Las tuercas de unión de plástico, las latas y el cierre hermético garantizan la perfecta conservación de los materiales desecantes.

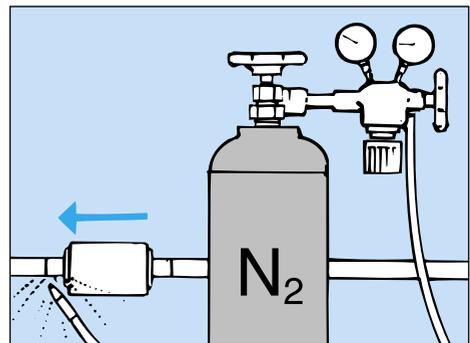


Ah0_0003

Soldadura

Para soldar el filtro secador, deberá utilizarse un gas protector, como por ej. N₂.

Asegure que el gas protector fluya en la dirección del caudal del filtro. De esta manera se evitará que el calor de la soldadura dañe la malla de poliéster.



Ah0_0004



El procedimiento de soldadura puede desprender gases tóxicos. Lea las instrucciones del proveedor y observe los avisos de seguridad. Mantenga la cabeza alejada de los gases mientras realice la soldadura.

El procedimiento de soldadura puede desprender gases tóxicos. Lea las instrucciones del proveedor y observe los avisos de seguridad. Mantenga la cabeza alejada de los gases mientras realice la soldadura.

Funcionamiento

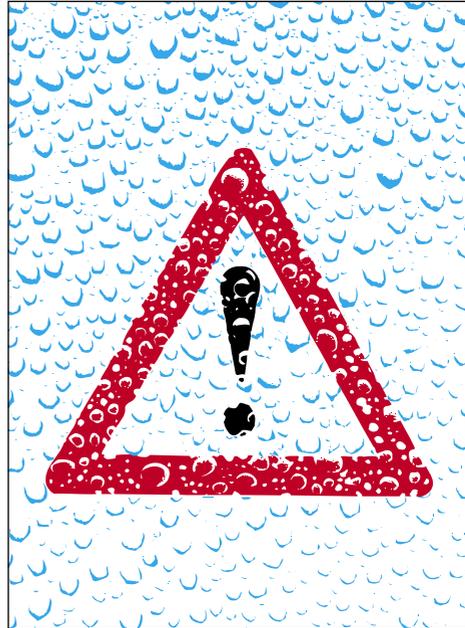
Penetra humedad en el sistema:

- 1) Durante la fabricación/instalación del sistema.
- 2) Al abrir el sistema para realizar un servicio de mantenimiento.
- 3) Si se produce una fuga en el lado de absorción, si se encuentra al vacío.
- 4) Cuando se llena el sistema con aceite o refrigerante que contiene humedad.
- 5) Si se produce una fuga en un condensador refrigerado por agua.

Humedad en el sistema de refrigeración, puede provocar:

- a) Obstrucción del dispositivo de expansión debido a la formación de hielo.
- b) Corrosión de las piezas metálicas.
- c) Daños químicos en el aislamiento de compresores herméticos y semiherméticos.
- d) Descomposición del aceite (formación de ácidos).

El filtro secador elimina la humedad que permanece tras la evacuación, o que penetra posteriormente



Ah0_0005



¡Atención!

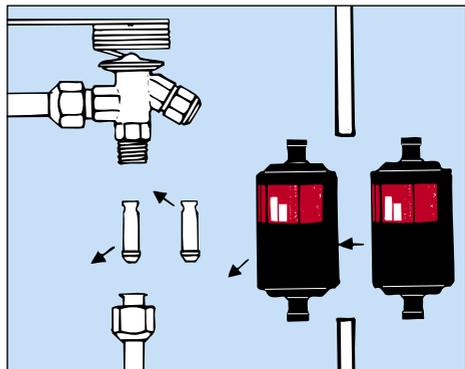
No utilice nunca "líquidos anticongelantes" como metanol junto con un filtro secador, ya que puede

dañarse el filtro hasta el punto de ser incapaz de absorber el agua y los ácidos.

Cambie el filtro secador cuando

- El visor de líquido indique que el contenido de humedad es demasiado elevado (amarillo).
- La pérdida de carga a través del filtro sea demasiado elevada (burbujas en el visor durante un funcionamiento normal).
- Se haya cambiado un componente principal del sistema, p.ej. el compresor.
- Cada vez que se abra el sistema, p.ej. si se cambia el conjunto de orificio de una válvula de expansión.

No utilice nunca un filtro secador usado, ya que soltará humedad si se utiliza en un sistema con un bajo contenido de humedad, o si se calienta.



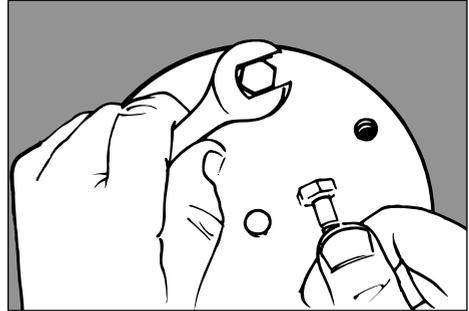
Ah0_0008

DCR

Observe que puede existir una sobrepresión en el filtro. Por tanto, tenga cuidado al abrirlo.

No vuelva a utilizar la junta de bridas del filtro DCR.

Encaje una junta nueva y aplíquelo un poco de aceite para maquinaria de refrigeración antes de apretarla.



Ah0_0009

Juntas y arandelas

- Útilice sólomente juntas que no estén dañadas.
- Las superficies de las bridas destinadas a formar el sellado, no deberán presentar daños y deben estar limpias y secas antes del montaje.
- No utilice siliconas, antioxidantes, o compuestos químicos similares durante el montaje o desmontaje.
- Utilice una cantidad de aceite suficiente para la lubricación de pernos y tornillos durante el montaje.
- No utilice tornillos secos, oxidados o defectuosos de cualquier otra manera, ya que esto puede proporcionar un apriete incorrecto, lo cual puede originar fugas en las juntas de las bridas.

Montaje de juntas:

1. Humedezca la superficie de las juntas con una gota de aceite de refrigerante .
2. Coloque la junta en su sitio.
3. Monte los tornillos y apriete suavemente hasta que todos los tornillos hagan un buen contacto.
4. Apriete los tornillos con dos llaves.

Apriete los tornillos en al menos 3-4 pasos, por ejemplo de la siguiente manera:

Paso 1: a apróx. 10% del par requerido.

Paso 2: a apróx. 30% del par requerido.

Paso 3: a apróx. 60% del par requerido.

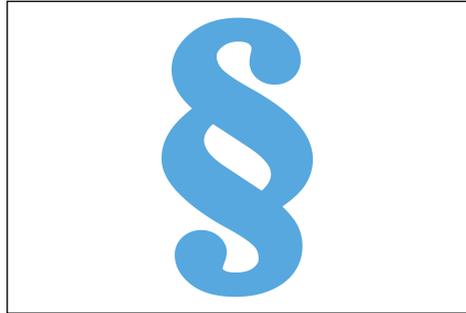
Paso 4: al 100% del par requerido.

Finalmente, compruebe que el par es correcto, en el mismo orden utilizado para el apriete.

Desechos

Cierre siempre herméticamente los filtros secadores usados, ya que éstos contienen siempre pequeñas cantidades de refrigerante y residuos de aceite.

Observe la normativa vigente cuando deseche filtros secadores usados.

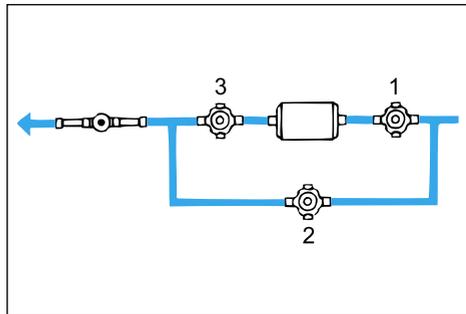


Ah0_0023

Cambio de un filtro secador

- Cierre la válvula nº 1.
 - Vacíe el filtro mediante aspiración.
 - Cierre la válvula nº 3.
 - Abra la válvula nº 2.
- El sistema empezará a funcionar, bypaseando el filtro.

- Cambie el filtro o el núcleo del filtro.
- Vuelva a poner en marcha el sistema abriendo/cerrando las válvulas en orden inverso.
- Retire las palancas/volantes de las válvulas.



Ah0_0014

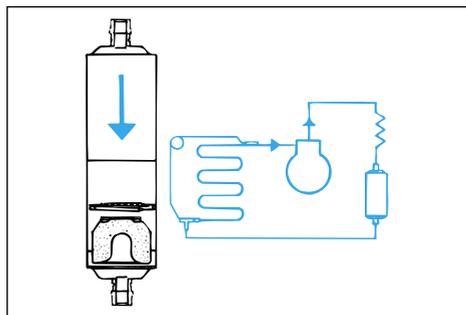
Filtros especiales de Danfoss

Filtros secadores combi, tipos DCC y DMC

Estos filtros que son una combinación de filtro secador y recipiente, se utilizan en sistemas más pequeños provistos de válvula de expansión en los que el condensador no puede contener todo el refrigerante.

El recipiente aumenta el subenfriamiento del líquido y crea la posibilidad de un desescarche automático durante las paradas. El recipiente absorbe un volumen variable de refrigerante (de una temp.de condens.variable) y debe ser capaz de contener todo el refrigerante durante el mantenimiento.

Por razones de seguridad, el volúmen del recipiente debe ser al menos un 15% mayor que el volúmen del refrigerante.



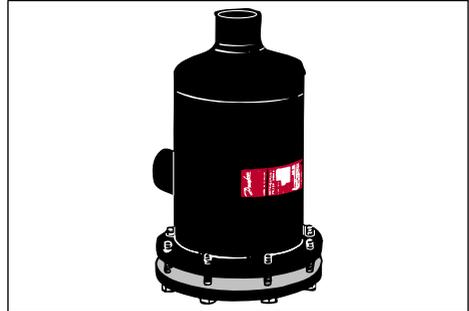
Ah0_0012

Núcleo de fi ltro antiácidos, 48-DA

El núcleo, tipo 48-DA, se utiliza para la adsorción de ácidos después de quemarse un compresor hermético o semihermético.

El daño que da lugar a la formación de ácido se manifiesta por el olor del aceite y quizás por su decoloración. Los daños pueden ser causados por:

- humedad, suciedad o aire
- un motor de arranque defectuoso
- fallo de refrigeración, debido a una carga demasiado pequeña de refrigerante.
- Temp. de gas caliente superior a 175°C

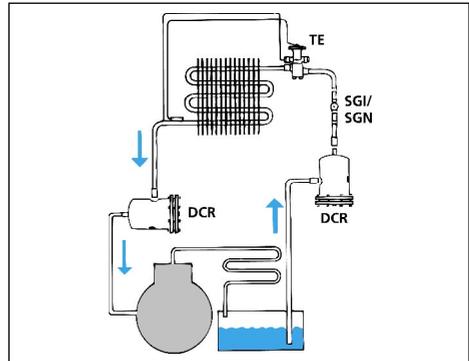


Ah0_0013

Tras cambiar el compresor y limpiar el resto del sistema, se instalan dos fi ltros antiácido, uno en la línea de líquido y otro en la tubería de aspiración.

Con ésto, se comprueba periódicamente el contenido de ácido y, de ser necesario, se cambian los fi ltros.

Cuando una comprobación del aceite muestre que el sistema ya no contiene ácidos, se puede sustituir el fi ltro antiácidos por un fi ltro secador normal, retirándose el núcleo del fi ltro antiácidos de la tubería de aspiración.



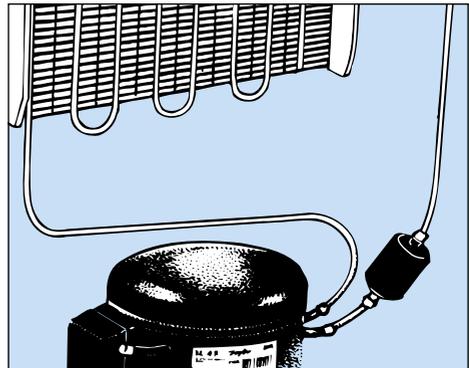
Ah0_0010

Aplicaciones especiales
Filtros secadores DCL/DML

Cuando se reparan pequeños frigoríficos o congeladores, se puede ahorrar tiempo y dinero instalando un fi ltro secador DCL/DML en la tubería de aspiración.

La ventaja queda manifestada si se compara el método habitual de reparación de un compresor defectuoso con un método que aprovecha las óptimas propiedades de los fi ltros DCL/DML en cuanto a la retención de humedad, ácidos y suciedad.

NOTA: El „método DCL/DML “ sólo se puede utilizar cuando el aceite no presente decoloración y cuando el fi ltro no está obstruido a la entrada del capilar.



Ah0_0015

Las ventajas que aporta la instalación de un filtro DCL/DML en la tubería de aspiración son las siguientes:

1. Reparación más rápida.
2. Mayor capacidad de secado y de eliminación de ácidos.
3. Protección del compresor contra impurezas de todo tipo.
4. Mayor calidad de reparación.
5. Entorno de trabajo más limpio.

El filtro DCL/DML absorberá los ácidos y la humedad contenidos en el aceite usado y por lo tanto, no es necesario eliminar el aceite restante del sistema de refrigeración.

Procedimiento con un filtro de tubo de cobre	Procedimiento con un filtro secador DCL/DML
Recuperar el refrigerante y determinar si se puede volver a usar.	Recuperar el refrigerante y determinar si se puede volver a usar.
Desmontar el compresor + el filtro	Desmontar el compresor
Eliminar los residuos de aceite del sistema	Nada
Dry system with nitrogen	Nada
Secar el sistema con nitrógeno seco	Connect new compressor and fit DCL/DML filter in suction line
Hacer vacío y cargar el refrigerante	Hacer vacío y cargar el refrigerante

Un filtro DCL/DML instalado en la tubería de aspiración retiene las impurezas del condensador, el evaporador, la tubería, etc., prolongando la vida útil del nuevo compresor.

Se pueden utilizar filtros DCL/ DML con las mismas conexiones que las del compresor. También se recomienda la gama de compresores Danfoss.

Ejemplo:

Tipo de compresor	Tub. de asp. [mm]	Tipo de filtro
TL	Ø6.2	DCL/DML 032s
NL 6-7	Ø6.2	DCL/DML 032s

Dimensionamiento

Al seleccionar un filtro secador de un catálogo, existe una serie de conceptos que pueden influir sobre la selección.

EPD (Punto de Equilibrio del Secador) Equilibrium Point Dryness

Define el mínimo contenido posible de agua de un refrigerante en su fase líquida después de haber entrado en contacto con un filtro secador.

EPD para R 22 = 60 ppmW *)

EPD para R 134a = 75 ppmW *)

EPD para R 404A = 30 ppmW *)

Estipulado según la norma ARI 710, en ppmW ($\text{mg}_{\text{agua}}/\text{kg}_{\text{refrigerante}}$)

*) ARI: Air-conditioning and Refrigeration Institute, Virginia, USA



Ah0_0025

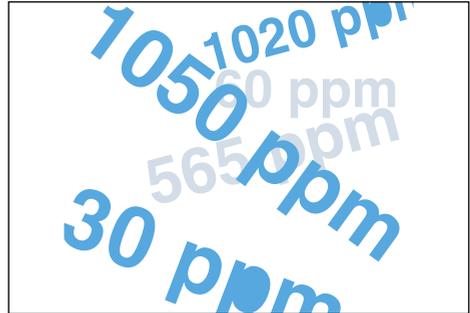
Capacidad de secado (cap. de agua)

Es la cantidad de agua que el filtro secador es capaz de absorber a 24°C y con una temp. de líquido de 52°C según estipulado por la norma ARI 710*.

La capacidad de agua, se expresa en g.de agua, gotas de agua o en kg. de refrigerante al secarse.

- R 22: 1050 ppmW a 60 ppmW
- R 134a: 1050 ppmW a 75 ppmW
- R 404A: 1020 ppmW a 30 ppmW

1000 ppmW = 1 g de agua por 1 kg de refrigerante
1 g de agua = 20 gotas de agua.



Ah0_0016

Capacidad de líquido (ARI 710*)

Expresa la cantidad de líquido capaz de fluir a través de un filtro con un caída de presión de 0.07 bar a $t_c = +30^\circ\text{C}$, $t_e = -15^\circ\text{C}$.

La capacidad de líquido se expresa en l/min ó en kW.

Conversión de kW a litros/minuto:

- R 22 1kW = 0.32 l/min
- R 134a 1kW = 0.35 l/min
- R 404A 1kW = 0.52 l/min

*) ARI: Air-conditioning and Refrigeration Institute, Virginia, USA



Ah0_0024

Capacidad recomendada para el sistema

Expresada en kW para distintos tipos de sistemas de refrigeración, en función de una capacidad de líquido de $\Delta p = 0.14$ bar y en condiciones de funcionamiento normales.

Condiciones de funcionamiento:

Sistemas de refriger. y congelado	$t_e = -15^\circ\text{C}$, $t_c = +30^\circ\text{C}$
Sistemas de A/A	$t_e = -5^\circ\text{C}$, $t_c = +45^\circ\text{C}$
Unidades de A/A	$t_e = +5^\circ\text{C}$, $t_c = +45^\circ\text{C}$

t_e = temperatura de evaporación
 t_c = temperatura de condensación


¡Atención!

Teniendo la misma capacidad de sistema en kW en unidades de A/A y en sistemas de refrigeración/ congelación, las unidades de aire acondicionado permiten la instalación de filtros secadores más pequeños, debido

a las temperaturas de evaporación (t_e) más elevadas y al supuesto de que las unidades producidas en fábrica contienen menos humedad que los sistemas instalados „in situ“.

Localización y reparación de averías

Síntoma	Causa posible	Solución
El indicador del visor de líquido muestra amarillo.	Demasiada humedad en el sistema.	Cambiar el filtro secador*
Capacidad del evaporador insuficiente	Caída de presión excesiva a través del filtro.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Filtro obstruido	Cambiar el filtro secador*
	Capacidad del filtro inferior a la necesaria.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
Burbujas en el visor de líquido después del filtro.	Caída de presión excesiva a través del filtro.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Filtro obstruido.	Cambiar el filtro secador*
	Capacidad del filtro inferior a la necesaria	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Subenfriamiento insuficiente.	Comprobar la causa del subenfriamiento insuficiente. No añada refrigerante simplemente porque haya burbujas en el visor.
La salida del filtro más fría que la entrada (puede haber hielo).	Refrigerante insuficiente.	Cargar el refrigerante necesario.
	Caída de presión excesiva a través del filtro	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Filtro obstruido	Cambiar el filtro*
	Capacidad del filtro inferior a la necesaria.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*

* Recuerdo sellar el filtro antiguo después de haberlo quitado.

Filtro tipo	Función	Refrigerante	Núcleo sólido	Aditivos de aceite
DML	Filtro secador estándar	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquíl (PAG)
DCL	Filtro secador estándar	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquílbencono (BE)
DMB	Filtro secador bi-flow	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquíl (PAG)
DCB	Filtro secador bi-flow	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquílbencono (BE)
DMC	Filtro secador combinado	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquíl (PAG)
DCC	Filtro secador combinado	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquílbencono (BE)
DAS	Filtro antiácidos	R 22, R 134a, R 404A, R 507	30% molecular sieves 70% alúmina activada	
DCR	Filtro secador con núcleo sólido intercambiable	Véase en la descripción del núcleo sólido abajo	48-DU/DM, 48-DN DC, 48-DA, 48-F	-
48-DU/DM para DCR	Núcleo intercambiable para DCR: filtro secador estándar	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquíl (PAG)
48-DN/DC para DCR	Núcleo intercambiable para DCR: filtro secador estándar	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquílbencono (BE)
48-DA para DCR	Núcleo intercambiable para DCR: filtro secador estándar	R 22, R 134a, R 404A, R 507		
48-F para DCR	Filtro para retención de impurezas para DCR	Todos	-	Todos



La gama de productos Danfoss para la industria de refrigeración y aire acondicionado

Controles para muebles y vitrinas de refrigeración y congelación

Termostatos para aplicaciones de refrigeración domésticos. Danfoss ofrece una amplia gama de termostatos electromecánicos y electrónicos libres de CFC, adaptados a las necesidades del cliente para refrigeradores y congeladores y termostatos de servicio para todo tipo de muebles frigoríficos y congeladores.

Compresores para refrigeración y aire acondicionado

Tecnologías de compresores herméticos de pistón y scroll para refrigeración y aire acondicionado. Los compresores y unidades condensadoras de esta familia se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones en ambos sectores tales como; enfriadoras de agua, unidades de aire acondicionado grandes, así como sistemas de refrigeración de medias y bajas temperaturas para almacenamiento y procesamiento de alimentos.

Compresores Danfoss

Esta parte de la gama incluye compresores herméticos y unidades condensadoras enfriadas por ventilador para frigoríficos y congeladores de uso doméstico, y para aplicaciones comerciales tales como enfriadores de botellas y dispensadores de bebidas. También ofrecemos compresores para bombas de calor y compresores de 12 y 24 V para pequeños aparatos frigoríficos y congeladores en vehículos comerciales y embarcaciones. División puntera en la optimización energética, niveles de ruido y know how de tecnologías de compresor medio-ambientales.

Controles de refrigeración y de aire acondicionado

Una completa gama de productos que cubre todas las exigencias de control, seguridad, protección y monitorización de instalaciones de refrigeración y sistemas de aire acondicionado tanto mecánicos como electrónicos. La gama comprende entre otros, válvulas de expansión, válvulas de solenoide, presostatos y termostatos, reguladores de presión, filtros secadores, válvulas manuales, visores de líquido, válvulas de retención, válvulas de cierre y válvulas de agua. También se desarrollan y producen sistemas de gestión electrónicos descentralizados, para una regulación y control completa de las instalaciones de refrigeración.

Controles industriales

Productos y soluciones adaptados a las necesidades del cliente para sistemas de monitorización y control basados en los principios de medida de presión y temperatura, electricidad y control de fluidos. La familia incluye una amplia gama de controles automáticos para control y regulación de procesos, tales como; contactores y arrancadores de motor, válvulas de accionamiento externo y válvulas termostáticas así como controles de presión y temperatura.



Visores

Tipos SG, SGR, SGI, SGN, SGH,
SGRI, SGRN y SGRH

Introducción



Los visores de líquido se utilizan para indicar:

1. El estado del refrigerante en la tubería de líquido de la instalación.
2. La circulación en la tubería de retorno desde el separador de aceite.
3. El contenido de humedad en el refrigerante.

Los modelos SG y SGR se utilizan para indicar el nivel de líquido en un recipiente o en el cárter de un compresor.

Los modelos SGI/N/H y SGRI/N/H están equipados con un indicador que cambia de color para indicar el contenido de humedad del refrigerante.

Tipos disponibles

 Soldar	SG: Sin indicador de humedad
 Abocardada	

 Visor roscar a recipiente	SGR: Visor roscar a recipiente sin indicador de humedad
-------------------------------	---

 Soldar	SGI: Con indicador de humedad CFC/HCFC SGN: Con indicador de humedad HFC SGH: Con indicador especial de humedad R410A
 Abocardada	

 Visor roscar a recipiente	SGRI: Visor roscar a recipiente con indicador de humedad CFC/HCFC SGRN: Visor roscar a recipiente con indicador de humedad HFC SGRH: Visor roscar a recipiente con indicador de humedad R410A
 Adaptador	

Características

Tipo SG / SGR

- Para refrigerantes CFC / HCFC / HFC
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Indica el nivel de líquido en el recipiente
- Indica el nivel de aceite en el compresor
- Conexiones abocardar /soldar cobre o roscar a recipiente.

Tipo SGI / SGRI

- Para refrigerantes CFC y HCFC
- Indica exceso de contenido de agua en el sistema de refrigeración
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Conexiones abocardar /soldar cobre o roscar a recipiente

Tipo SGN / SGRN

- Para refrigerantes HFC
- Indica exceso de contenido de agua en el sistema de refrigeración
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Conexiones abocardar /soldar cobre o roscar a recipiente

Tipo SGH / SGRH

- Especial para R410A (alta presión)
- Indica exceso de contenido de agua en el sistema de refrigeración
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Conexiones abocardar / soldar cobre o roscar a recipiente.

Selección de los visores

Antes de seleccionar un visor con indicador de humedad, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- tipo de refrigerante
- solubilidad del agua en el refrigerante
- nivel que exige una señal de alarma.

Debe tenerse en cuenta que el aceite de poliolester para refrigerantes HFC, por ejemplo R134a, R404A, R407C y R410A, reacciona con el agua según una reacción de hidrólisis generando ácido y alcohol.

Los niveles recomendados de contenido de humedad están comprendidos normalmente entre 30 y 75 ppm. Los compresores herméticos sólo toleran contenidos de humedad muy bajos, mientras que los semiherméticos y otros compresores toleran contenidos de humedad más altos en el refrigerante.

El color en el indicador del visor depende del contenido de humedad del refrigerante.

Los valores bajo "verde/seco" se deben considerar como condición perfecta, lo cual significa protección completa contra los efectos perjudiciales de la humedad. En otras palabras, el filtro secador está funcionando perfectamente.

Si el color verde comienza a palidecer, habrá comenzado el cambio de color y por lo tanto será necesario extremar la vigilancia del visor. Si el color cambia a amarillo eso será una clara señal que se ha excedido la capacidad del filtro secador y éste se debe reemplazar tan pronto como sea posible.

Datos técnicos

Temperatura ambiente
-50°C → +80°C

Presión de trabajo máxima

SG	PS/MWP = 35 bar
SGI / SGN	PS/MWP = 35 bar
SGR / SGRI / SGRN	PS/MWP = 35 bar
SGH 6, 6s -22s	PS/MWP = 46 bar

SGI / SGRI para refrigerantes CFC y HCFC

	Contenido de humedad en ppm = partes por millón					
	SGI					
	25°C			43°C		
	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo
R22	< 150	150 - 300	>300	< 250	250 - 500	> 500

SGN / SGRN para refrigerantes HFC y HCFC

	Contenido de humedad en ppm = partes por millón					
	SGN / SGRN					
	25°C			43°C		
	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo
R22	< 30	30 - 120	>120	< 50	50 - 200	> 200
R134a	< 30	30 - 100	>100	< 45	45 - 170	>170
R404A	< 20	20 - 70	> 70	< 25	25 - 100	>100
R407C	< 30	30 - 140	>140	< 60	60 - 225	>225
R507	< 15	15 - 60	> 60	< 30	30 - 110	>110

SGH para refrigerantes HFC

	Contenido de humedad en ppm = partes por millón					
	SGH					
	25°C			43°C		
	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo
R410A	< 20	20 - 165	> 165	< 40	40 - 350	>350

Nota: Para valores de humedad relativos a otros refrigerantes, póngase en contacto con Danfoss.

Pedidos

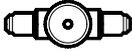
	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SG 10	Abocardada ext. x ext.	$\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$	10 x 10	014-0080
	SG 12 SG 16	Soldar cobre ODF x ODF	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$	16 x 16	014-0086 014-0087

CFC/HCFC

	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SGI 6 SGI 10 SGI 12 SGI 16 SGI 19	Abocardada ext. x ext.	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	6 x 6 10 x 10 12 x 12 16 x 16 19 x 19	014-0007 014-0008 014-0009 014-0024 014-0028
	SGI 6 SGI 10 SGI 12 SGI 16 SGI 19	Abocardada int. x ext. 1)	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	6 x 6 10 x 10 12 x 12 16 x 16 19 x 19	014-0021 014-0022 014-0025 014-0026 014-0043
	SGI 6s SGI 10s SGI 12s SGI 16s SGI 19s SGI 22s	Soldar cobre ODF x ODF	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ $\frac{7}{8} \times \frac{7}{8}$	16 x 16 19 x 19 22 x 22	014-0034 014-0035 014-0036 014-0044 014-0047 014-0039
	SGI 6s SGI 10s SGI 12s SGI 18s	Soldar cobre ODF x ODF		6 x 6 10 x 10 12 x 12 18 x 18	014-0040 014-0041 014-0042 014-0045
	SGI 6s SGI 10s SGI 12s SGI 16s SGI 22s	Soldar cobre ODF x ODM	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{7}{8} \times \frac{7}{8}$	16 x 16 22 x 22	014-0125 014-0126 014-0127 014-0128 014-0130

1) Puede roscarse directamente en el filtro secador.

Pedidos
HFC

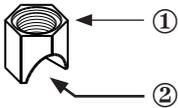
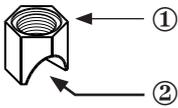
	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SGN 6 SGN 10 SGN 12 SGN 16 SGN 19	Abocardada ext. × ext.	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $3/4 \times 3/4$	6 × 6 10 × 10 12 × 12 16 × 16 19 × 19	014-0161 014-0162 014-0163 014-0165 014-0166
	SGN 6 SGN 10 SGN 12 SGN 16 SGN 19	Abocardada int. × ext. ²⁾	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $3/4 \times 3/4$	6 × 6 10 × 10 12 × 12 16 × 16 19 × 19	014-0171 014-0172 014-0173 014-0174 014-0175
	SGN 6s SGN 10s SGN 12s SGN 16s SGN 19s SGN 22s SGN 22s	Soldar cobre ODF × ODF	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $3/4 \times 3/4$ $7/8 \times 7/8$ $1\ 1/8 \times 1\ 1/8$	16 × 16 19 × 19 22 × 22	014-0181 014-0182 014-0183 014-0184 014-0185 014-0186 014-0187
	SGN 6s SGN 10s SGN 12s SGN 18s	Soldar cobre ODF × ODF		6 × 6 10 × 10 12 × 12 18 × 18	014-0191 014-0192 014-0193 014-0195
	SGN 6s SGN 10s SGN 12s SGN 16s SGN 22s	Soldar cobre ODF × ODM	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $7/8 \times 7/8$	16 × 16 22 × 22	014-0201 014-0202 014-0203 014-0204 014-0206

R410A

	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SGH 6	Abocardada ext. × ext.	$1/4 \times 1/4$	6 × 6	014-1660
	SGH 6s SGH 10s SGH 12s SGH 16s SGH 22s SGH 22s	Soldar cobre ODF × ODF	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $7/8 \times 7/8$ $1\ 1/8 \times 1\ 1/8$	16 × 16 22 × 22	014-1090 014-1092 014-1091 014-1094 014-1096 014-1098

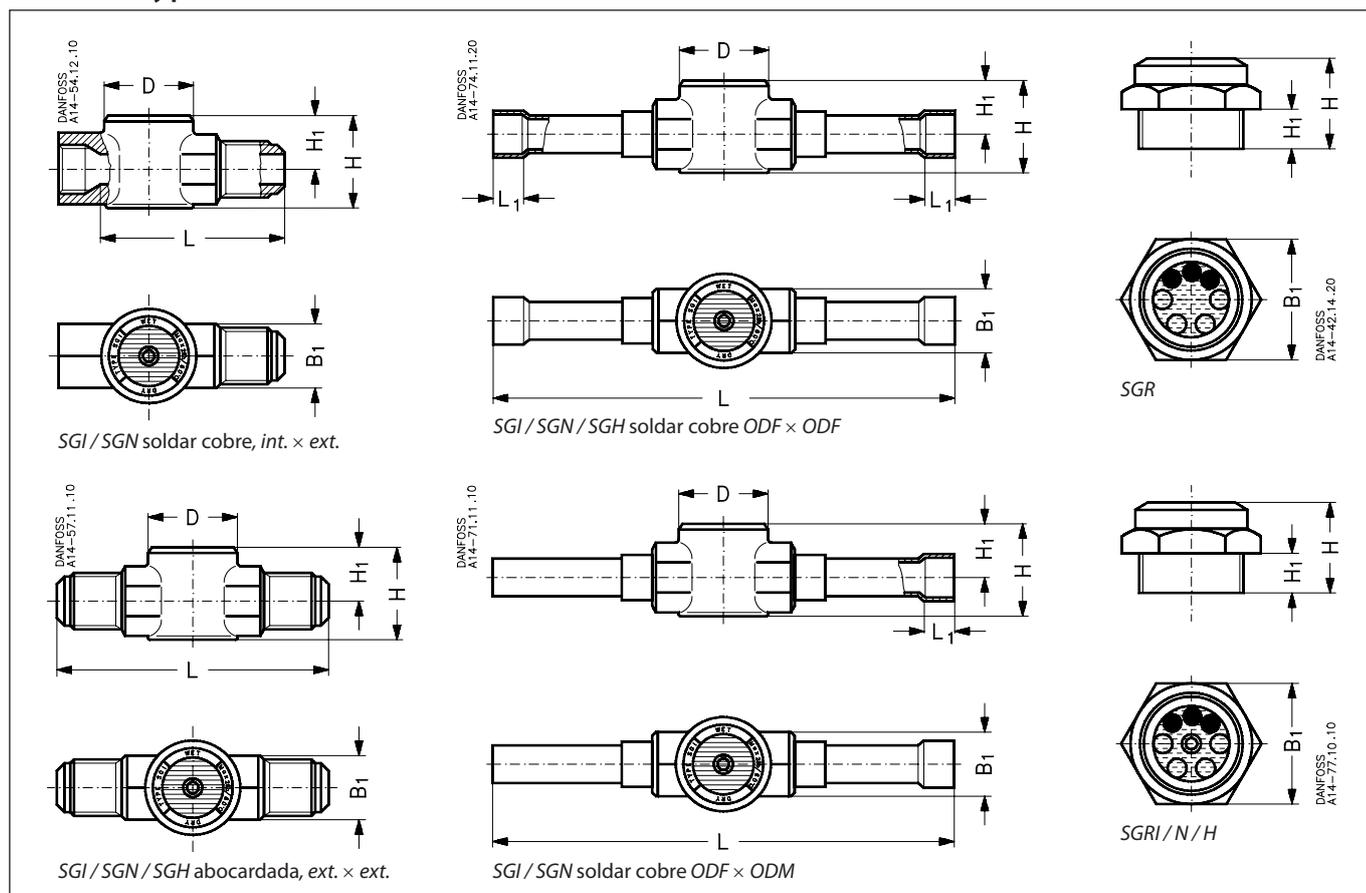
²⁾ Puede roscarse directamente en el filtro secador.

Pedidos

	Tipo	Versión	Conexión		Nº de código
			①	②	
	SGR 3/4 SGR 3/4 SGR 1/2	Rosca para tubos NPT NPT	G 3/4 A 3) 3/4 NPT 1/2 NPT		014-0164 014-0005 014-0002
	SGRI SGRI	SGRI SGRI para adaptador	1/2 - 14 NPT M24 x 1		014-0131 014-1154
	SGRN SGRN	SGRN SGRN para adaptador	1/2 NPT M24 x 1		014-0006 014-1155
	Adaptador de visor de líquido	Accesorio para tubería	M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1	7/8 1 1/8 1 3/8 1 5/8 2 1/8 3 1/8 4 1/8	014-1059 014-1056 014-1057 014-1058 014-1067 014-1068 014-1069
	SGRH	SGRH para adaptador	M20 x 1.5		014-1601
	Adaptador de visor de líquido para SGRH	Accesorio para tubería	M20 x 1.5	3 1/8	014-1072

3) ISO 228/1

Dimensiones y peso



Tipo	Versión	L mm	L ₁ mm	H mm	H ₁ mm	B ₁ mm	Ø D mm	Peso kg
SGI/SGN/SGH 6	Abocardada ext. x ext.	67		24	14	14	27	0.1
SGI/SGN 10		82		28	16	19	32	0.2
SGI/SGN 12		88		30	18	22	32	0.3
SGI/SGN 16		104		37	21	27	37	0.4
SGI/SGN 19		110		41	22	32	37	0.4
SGI/SGN 6	Abocardada int. x ext.	46		24	14	16	27	0.1
SGI/SGN 10		57		30	18	22	32	0.2
SGI/SGN 12		59		30	18	24	32	0.3
SGI/SGN 16		71		37	21	27	37	0.4
SGI/SGN 19	75		41	22	32	37	0.6	
SGI/SGN/SGH 6s	Soldar cobre ODF x ODF	101	7	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN/SGH 10s		119	9	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN/SGH 12s		146	10	28	16	19	27	0.2
SGI/SGN/SGH 16s		146	12	30	18	22	27	0.2
SGI/SGN 18s		173	14	37	21	27	37	0.2
SGI/SGN/SGH 22s	173	17	37	21	27	27	0.2	
SGI/SGN 6s	Soldar cobre ODF x ODM	101	7	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN 10s		119	9	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN 12s		146	10	28	16	19	27	0.2
SGI/SGN 16s		146	12	30	18	22	27	0.2
SGR 1/2	NPT			30	18	27		0.1
SGR 3/4	Rosca para tubos			23	10	32		0.1
SGR 3/4	NPT			31	18	32		0.1
SGRN 1/2	NPT			30	18	27		0.1

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

NI cFP-TC-120, NI cFP-TC-125, NI cFP-RTD-122, NI cFP-RTD-124

- 8 temperature inputs
 - Thermocouple or millivolt
 - 2, 3, or 4-wire RTD
- Built-in signal conditioning between channels
 - 250 V common-mode isolation on TC-125
 - 50 and 60 Hz noise rejection
- 16-bit resolution
- Input ranges configurable in software for each channel
- 2,300 V_{rms} bank isolation for transient overvoltage protection
- Hot-swappable with autoconfiguration
- -40 to 70 °C operating range



Module	Input Channels	Resolution (bits)	Input Type	Input Ranges Software Configurable per Channel	50/60 Hz Noise Filter	All-Channel Update Period	Common-Mode Between Channels	Safety Isolation
cFP-TC-120	8	16	Thermocouple Millivolt	J,K,R,S,T,N,E, and B ±25 mV, ±50 mV, ±100 mV, -20 to 80 mV	✓	1.13 s (0.88 Hz)	–	2,300 V _{rms} bank isolation
cFP-TC-125	8	16	Thermocouple Millivolt	J,K,R,S,T,N,E, and B -20 to 80 mV	✓	0.22 s (Filter Off) 0.99 s (Filter On)	250 V _{rms}	2,300 V _{rms} bank isolation
cFP-RTD-122	8	16	2, 3-Wire RTD Resistance	Pt 100, Pt 1,000 0 to 400, 0 to 4000 Ω	✓	1.08 s (0.93 Hz)	–	2,300 V _{rms} bank isolation
cFP-RTD-124	8	16	2, 4-Wire RTD Resistance	Pt 100 0 to 400 Ω	✓	1.08 s (0.93 Hz)	–	2,300 V _{rms} bank isolation

Overview

The National Instruments cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x are versatile temperature input modules for Compact FieldPoint, used to measure thermocouples, millivolt-level voltages, thermistors, and 2, 3, and 4-wire RTDs. They are used in applications such as temperature chamber control, device testing, and process control. Thermocouples are low-cost, flexible temperature devices. RTD sensors are used in applications for acquiring temperatures with high accuracy. Two and 3-wire RTDs work well for applications with short signal wires and low noise levels; 4-wire RTDs are well-suited for applications with long signal wires or high noise levels. All of these I/O modules include overranging and onboard diagnostics to ensure trouble-free installation and maintenance. The modules measure and linearize signals on board to return scaled values to your control or monitoring software. NI cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules have NIST-traceable calibration certificates (available on request), ensuring accurate and reliable analog measurements.

Compact FieldPoint

Compact FieldPoint is designed for industrial control applications that perform advanced embedded control, data logging, headless operation, and Ethernet connectivity. Compact FieldPoint, a rugged, reliable NI platform, is designed for industrial and mobile environments with high shock, vibration, and temperature extremes.

Isolation

The cFP-TC-125 provides 250 V_{rms} common-mode voltage protection between channels, and all cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules feature optical bank isolation with 2,300 V_{rms} of breakdown isolation. In addition, the cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x provide double insulation for up to 250 V_{rms} of operational isolation. You can safely use Compact FieldPoint with the cFP-CB-1 or cFP-CB-3 connector block in applications where hazardous voltages are present.

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

Smart I/O Modules

The cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules offer 16-bit resolution for high-accuracy measurements, and you can connect directly to industrial sensors or units under test with the safety isolation available. The modules filter, calibrate, and scale raw sensor signals to engineering units, as well as perform self-diagnostics to look for problems such as open thermocouples. With cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules, your software application reads a linearized, calibrated, scaled value from the I/O module, eliminating the error-prone step of converting binary values to temperature. For increased accuracy and noise rejection, the modules use a 16-bit delta-sigma ADC with an integrated lowpass filter on each channel, which is configured for 50 and 60 Hz rejection. With high-accuracy 16-bit delta-sigma ADCs on the I/O modules, you also get instrument-quality measurements on an industrially rugged, distributed, embedded system. cFP-TC-12x and cFP-RTD-12x modules offer a variety of different update rates to fit your application, ranging from 0.22 s with filters off and 1.08 to 1.13 s with filters enabled. Overall data throughput depends on filter settings across all channels, software loop speeds, and network speeds.

cFP-TC-120

The cFP-TC-120 includes eight differential inputs for thermocouples. It also provides cold-junction compensation using a thermistor embedded in the connector block. An onboard microcontroller compensates and linearizes the thermocouple reading to the NIST IST-90 standard, using an advanced linearization routine for maximum accuracy.

cFP-TC-125

In addition to the thermistor and linearization features of the cFP-TC-120, the cFP-TC-125 provides 250 V_{rms} of common-mode rejection, ideal for applications where differences in voltages might exist between connected thermocouples. The cFP-TC-125 also provides 0.22 s update rates when the 50/60 Hz filter is not enabled.

cFP-RTD-122

The cFP-RTD-122 includes eight inputs for 2 and 3-wire RTDs. The module uses a stable current source for sensor excitation and an onboard microcontroller that linearizes and scales the measurements to temperature units. You can configure each channel of the module to return data scaled to temperature ($^{\circ}C$, $^{\circ}F$, or $^{\circ}K$) or resistance. The 3-wire configuration used with the cFP-RTD-122 eliminates errors caused by lead wire resistance but does not reduce errors caused by noise. If your application involves high noise or long wires, you should use 4-wire RTDs with the cFP-RTD-124.

cFP-RTD-124

The cFP-RTD-124 includes eight inputs for 2 and 4-wire RTDs. The module uses a stable current source for sensor excitation and an onboard microcontroller that linearizes and scales the measurements to temperature units. You can configure each channel of the modules to return data scaled to temperature ($^{\circ}C$, $^{\circ}F$, or $^{\circ}K$) or resistance. Four-wire RTDs used with the cFP-RTD-124 are ideal for applications involving long signal wires or high signal noise. The 4-wire configuration eliminates the voltage drop caused by lead wire resistance and reduces errors caused by noise.

Isothermal Connectivity for the cFP-TC-12x

For maximum accuracy, NI recommends using an isothermal connector block with the cFP-TC-12x. The cFP-CB-3 isothermal connector block minimizes the temperature gradient across wiring connections, improving the accuracy of the cold-junction measurement, and, therefore, of thermocouple measurements.

Compact FieldPoint I/O Connections

Compact FieldPoint modules include a built-in power distribution bus that provides multiple power connections on the module. A field-wired power supply connected to the voltage (V) and common (C) terminals is internally connected to a power distribution bus that provides additional breakout terminals for voltage supply (VSUP) and common (COM). These terminals offer a convenient way to distribute power to field devices that require external power.

Each cFP-TC-12x input channel has two terminals for differential input:

1. Thermocouple positive input (IN+)
2. Thermocouple negative input (IN-)

Each cFP-RTD-122 input channel has three terminals:

1. Excitation output (EXCITE)
2. Sensing input (SENSE)
3. Common input (COM)

Each cFP-RTD-124 input channel has four terminals:

1. Excitation output (EXCITE)
2. Positive sensing input (SENSE+)
3. Negative sensing input (SENSE-)
4. Common input (COM)

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

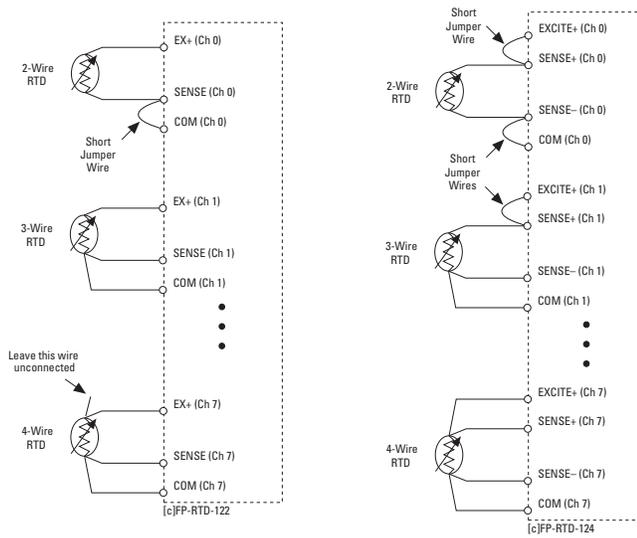


Figure 1. Wiring Diagram for cFP-RTD-12x

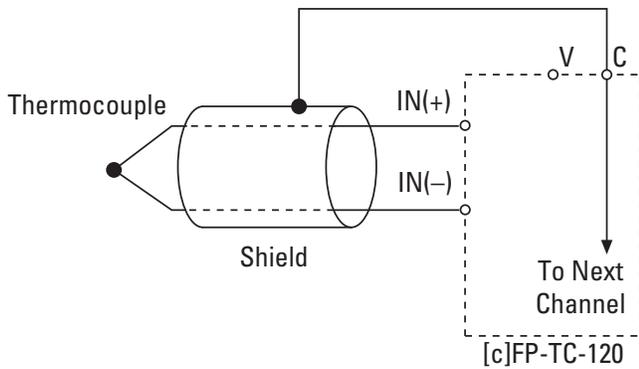


Figure 2. Wiring Diagram for cFP-TC-120

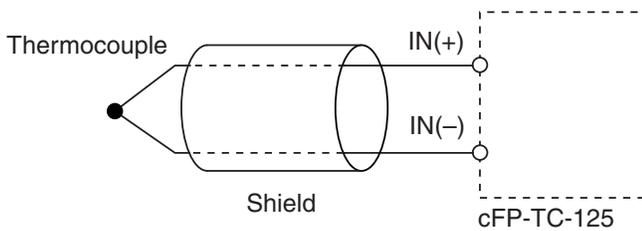


Figure 3. Wiring Diagram for cFP-TC-125
Note: Connections will depend on the application.

Ordering Information

NI cFP-TC-120	777318-120
NI cFP-TC-125	777318-125
NI cFP-RTD-122	777318-122
NI cFP-RTD-124	777318-124

Recommended System Products

NI cFP-2120	777317-2120
NI cFP-1804	779490-01
NI cFP-BP-4	778617-04
NI cFP-CB-1	778618-01
NI cFP-CB-3	778618-03
NI PS-5 Power Supply	778805-90

BUY NOW!

For complete product specifications, pricing, and accessory information, call (800) 813 3693 (U.S.) or go to ni.com/advisors.

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

Specifications

Typical for -40 to 70 °C unless otherwise noted.

Input Characteristics

Number of inputs	8
ADC resolution	16 bits, 1 in 65,536
Type of ADC	Delta-sigma
Filters	50/60 Hz rejection
Excitation current	
cFP-RTD-122	0.25 mA
cFP-RTD-124	2 mA
Data scaling options	
cFP-TC-120	Temperature (°C, °F, °K) or mV
cFP-RTD-12x	Temperature (°C, °F, °K) or resistance (Ω)
Update period, all channels	
cFP-TC-125	
Filter off	0.22 s
Filter on	0.99 s
cFP-TC-120	1.13 s
cFP-RTD-12x	1.08 s
Signal input bandwidth	
cFP-TC-120	3 Hz
cFP-TC-125	12 Hz
Cold-junction accuracy cFP-TC-12x	
With cFP-CB-3 connector block	0.25 °C typ, 0.5 °C max
Input impedance (cFP-TC-12x)	20 MΩ
Input current (cFP-TC-12x)	35 nA typ, 140 nA max
Input noise	±1 LSB _{pp}
Overvoltage protection	
cFP-TC-120	±40 V
cFP-TC-125	±250 V
Common-mode voltage between channels referenced to isolated ground	
cFP-TC-125	250 V
cFP-TC-120	1 V
cFP-RTD-12x	2 V

Safety Isolation Voltage

Maximum safety isolation voltage	250 V _{rms} , Installation Category II (cFP-TC-12x only)
Channel-to-channel safety isolation	No isolation between channels
Transient overvoltage	2,300 V _{rms}

Physical Characteristics

LED indicators	
POWER (green)	Power on and self-test passed
READY (green)	Module configured and ready
OPEN TC <0..7> (red) (cFP-TC-12x)	Open or broken thermocouple on channel
Dimensions	128 by 88 by 25 mm (5.0 by 3.5 by 1.0 in.)

Weight	
cFP-TC-120	130 g (4.6 oz)
cFP-TC-125	125 g (4.4 oz)
cFP-RTD-12x	110 g (3.7 oz)

Power Requirement

Power from network module	
cFP-TC-120	350 mW
cFP-TC-125	650 mW

Environmental

Operating temperature	-40 to 70 °C
Storage temperature	-55 to 85 °C (cFP-TC-125 -40 to 80 °C)
Relative humidity	10 to 90%, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m; at higher altitudes the isolation voltage ratings must be lowered
Pollution degree	2

Shock and Vibration

Operating vibration, random (IEC 60068-2-64)	10 to 500 Hz, 5 g _{rms}
Operating vibration, sinusoidal (IEC 60068-2-6)	10 to 500 Hz, 5 g
Operating shock (IEC 60068-2-27)	50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations; 30 g, 11 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

Safety and Compliance

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 3121-1, UL 61010C-1
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1

For UL, hazardous location, and other safety certifications, refer to the product label or to ni.com

Electromagnetic Compatibility

CE, C-Tick, and FCC Part 15 (Class A) Compliant Emissions	EN 55011 Class A at 10 m FCC Part 15A above 1 GHz Immunity EN 61326:1997 +A2:2001, Table 1
--	--

Note: For EMC compliance, you must operate this device with shielded cabling.

Thermocouple and RTD Modules for Compact FieldPoint

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE Marking, as follows:

Low-Voltage Directive (safety) 73/23/EEC

Electromagnetic Compatibility

Directive (EMC)..... 89/336/EEC

Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/certification and search by model number or product line.

NI Services and Support



NI has the services and support to meet your needs around the globe and through the application life cycle – from planning and development through deployment and ongoing maintenance. We offer services and service levels to meet customer requirements in research, design, validation, and manufacturing. Visit ni.com/services.

Training and Certification

NI training is the fastest, most certain route to productivity with our products. NI training can shorten your learning curve, save development time, and reduce maintenance costs over the application life cycle. We schedule instructor-led courses in cities worldwide, or we can hold a course at your facility. We also offer a professional certification program that identifies individuals who have high levels of skill and knowledge on using NI products. Visit ni.com/training.

Professional Services

Our Professional Services Team is composed of NI applications engineers, NI Consulting Services, and a worldwide National Instruments Alliance Partner program of more than 600 independent consultants and

integrators. Services range from start-up assistance to turnkey system integration.

Visit ni.com/alliance.



OEM Support

We offer design-in consulting and product integration assistance if you want to use our products for OEM applications. For information about special pricing and services for OEM customers, visit ni.com/oem.

Local Sales and Technical Support

In offices worldwide, our staff is local to the country, giving you access to engineers who speak your language. NI delivers industry-leading technical support through online knowledge bases, our applications engineers, and access to 14,000 measurement and automation professionals within NI Developer Exchange forums. Find immediate answers to your questions at ni.com/support.

We also offer service programs that provide automatic upgrades to your application development environment and higher levels of technical support. Visit ni.com/ssp.

Hardware Services

NI Factory Installation Services

NI Factory Installation Services (FIS) is the fastest and easiest way to use your PXI or PXI/SCXI combination systems right out of the box. Trained NI technicians install the software and hardware and configure the system to your specifications. NI extends the standard warranty by one year on hardware components (controllers, chassis, modules) purchased with FIS. To use FIS, simply configure your system online with ni.com/pxiadvisor.

Calibration Services

NI recognizes the need to maintain properly calibrated devices for high-accuracy measurements. We provide manual calibration procedures, services to recalibrate your products, and automated calibration software specifically designed for use by metrology laboratories. Visit ni.com/calibration.

Repair and Extended Warranty

NI provides complete repair services for our products. Express repair and advance replacement services are also available. We offer extended warranties to help you meet project life-cycle requirements. Visit ni.com/services.



ni.com • (800) 813 3693

National Instruments • info@ni.com



Strain Gauge Modules for Compact FieldPoint And FieldPoint

NI [c]FP-SG-140

- Accept full and half-bridge strain gauge inputs directly
- Quarter-bridge gauges require external bridge-completion resistor
- Compatible with load cells, force sensors, and torque sensors
- Built-in signal conditioning
 - 15, 60, and 240 Hz noise rejection
 - Pulsed excitation to prevent self-heating
- 16-bit resolution
- Input ranges software configurable per channel
- 2,300 V_{rms} bank isolation for transient overvoltage protection
- Hot-swappable with auto configuration
- -40 to 70 °C operating range

NEW



Module	Input Channels	Resolution	Input Ranges (Software Configurable per Channel)	15/60/240 Hz Noise Filter	All Channel Update Rate
[c]FP-SG-140	8	16 bits	±3.5 mV/V, ±7.5 mV/V, ±30 mV/V, ±60 mV/V	Software selectable	1.11 to 0.87 Hz (rate varies with filter settings)

Overview

The National Instruments [c]FP-SG-140 is a versatile resistance bridge input module for Compact FieldPoint and FieldPoint that can be used to measure values from resistor bridges including full and half-bridge strain gauges, quarter-bridge strain gauges (using an external completion register), and load and torque sensors. The [c]FP-SG-140 includes built-in excitation, overranging, and onboard diagnostics to ensure trouble-free installation and maintenance. The module measures and linearizes signals onboard to return scaled values to your control or monitoring software. The [c]FP-SG-140 comes with a NIST-traceable calibration certificate, ensuring accurate and reliable analog measurements.

Smart I/O Modules

With the SG-140, you can connect directly to industrial sensors or units under test and get high-accuracy measurements. The module filters, calibrates, and scales raw sensor signals to engineering units, as well as performing self-diagnostics to look for problems with the module or with the wiring. With the SG-140 module, your software application reads a linearized, calibrated, and scaled value from the I/O module, eliminating the error-prone step of converting binary values.

Because the [c]FP-SG-140 measures in units of millivolts per volt, it can interface with a wide variety of transducers, such as load cells and pressure sensors. The module uses a pulsed excitation of up to 21 mA per channel that turns on and off the excitation to each channel. This reduces self-heating effects and provides more accurate and repeatable strain measurements. The [c]FP-SG-140 also provides true ratiometric readings to eliminate errors caused by variations in excitation voltage. Each channel on the module can be configured for a

different excitation level of 2.5, 5, or 10 V. For increased accuracy and noise rejection, the [c]FP-SG-140 uses a 16-bit delta-sigma ADC with an integrated lowpass filter on each channel, which you can configure for 15, 60, or 240 Hz. With a high-accuracy 16-bit delta-sigma ADC, you also get instrument-quality measurements on an industrially rugged, distributed, embedded system.

The [c]FP-SG-140 has three update rates to fit your application, ranging from 0.87 to 1.11 Hz. These rates vary based on the noise filter setting selected on the module. Overall data throughput depends on software loop speeds and network speeds. With overranging and underranging, the modules can zero out unstrained readings in software to compensate for field devices with span errors of up to 12 percent.

Isolation

The [c]FP-SG-140 features optical bank isolation with 2,300 V_{rms} of breakdown isolation. These Compact FieldPoint and FieldPoint modules do not have channel-to-channel isolation.

Field I/O Connections

Compact FieldPoint and FieldPoint modules include a built-in power distribution bus that provides multiple power connections on the module. A field-wired power supply connected to the voltage (V) and common (C) terminals is internally connected to a power distribution bus that provides additional breakout terminals for voltage supply (V_{SUP}) and common (COM). These terminals provide a convenient way to distribute power to field devices that require external power.

Strain Gauge Modules for Compact FieldPoint And FieldPoint

Each input channel on the [c]FP-SG-140 has four terminals:

1. Excitation voltage output (V_{exc})
2. Positive signal input (V_{IN+})
3. Negative signal input (V_{IN-})
4. Common input (COM)

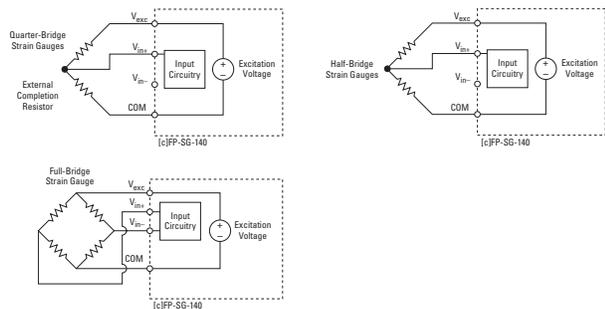


Figure 1. Wiring Schematic for the [c]FP-SG-140 Module

Ordering Information

Compact FieldPoint

NI cFP-SG-140777318-140

Recommended Compact FieldPoint System Products

NI cFP-2020777317-2020
 NI cFP-BP-4778617-04
 NI cFP-CB-1778618-01
 NI PS-5 Power Supply778805-90
 NI Developer Suite Professional Control Edition777906-03

FieldPoint

NI FP-SG-140777518-140

Recommended FieldPoint System Products

NI FP-1601777792-01
 NI FP-TB-1777519-01
 PS-4 Power Supply778586-90
 NI Developer Suite Standard Control Edition777905-03

BUY ONLINE!

Visit ni.com/info and enter *cfpsg140*, and/or *fpsg140*.

Specifications

Typical for -40 to 70 °C unless otherwise noted.

Input Characteristics

Number of inputs	8 differential
Resolution	16 bits, 1 in 65,536
Type of ADC	Delta-sigma
Filters	15, 60, 240 Hz, user-selectable
Excitation voltage	2.5, 5, 10 V, user-selectable, current-limited to 21 mA per channel
Bridge configurations	Half and full-bridge circuits, quarter-bridge with external completion resistor
Gauge factor	Any (software value)
Input impedance	20 MΩ
Offset error	
15 to 35 °C	7.6 μV typ, 28 μV max
-40 to 70 °C	50 μV typ, 140 μV max
Gain error	
15 to 35 °C	0.06%
-40 to 70 °C	0.4%
Input noise (60 Hz filter)	
± 3.5 mV/V	±3 LSB _{pp}
± 7.5 mV/V	±2 LSB _{pp}
Other ranges	±1 LSB _{pp}
All-channel update periods	
15 Hz	1.15 s
60 Hz	0.95 s
240 Hz	0.90 s

Isolation Voltage

Maximum isolation voltage	250 V _{rms} , Installation Category II
Channel-to-channel isolation	No isolation between channels
Transient overvoltage	2,300 V _{rms}

Physical Characteristics

LED indicators	
POWER (green)	Power on and self-test passed
READY (green)	Module configured and ready
OVERCURRENT (red)	Overcurrent condition on channel
Dimensions (including terminal base)	10.9 by 10.7 by 9.1 cm (4.3 by 4.2 by 3.6 in.)
Weight	
FP-SG-140	140 g (4.8 oz)
cFP-SG-140	110 g (3.7 oz)

Power Requirement

Power from network module	1,000 mW
---------------------------	----------

Environmental

FieldPoint modules are intended for indoor use only. For outdoor use, they must be mounted inside a sealed enclosure.

Operating temperature	-40 to 60 °C
Storage temperature	-55 to 85 °C
Relative humidity	10 to 90%, noncondensing
Maximum altitude	2,000 m; at higher altitudes the isolation voltage ratings must be lowered.
Pollution degree	2

Shock and Vibration

These specifications apply only to Compact FieldPoint. NI recommends Compact FieldPoint if your application is subject to shock and vibration.

Operating vibration, random (IEC 60068-2-64)	10–500 Hz, 5 g _{rms}
Operating vibration, sinusoidal (IEC 60068-2-6)	10–500 Hz, 5 g
Operating shock (IEC 60068-2-27)	50 g, 3 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations; 30 g, 11 ms half sine, 18 shocks at 6 orientations

Safety

This product is designed to meet the requirements of the following standards of safety for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use:

- IEC 61010-1, EN 61010-1
- UL 3121-1, UL 61010C-1
- CAN/CSA C22.2 No. 1010.1

For UL, hazardous location, and other safety certifications, refer to the product label or to ni.com

Electromagnetic Compatibility

CE, C-Tick, and FCC Part 15 (Class A) Compliant	
Emissions	EN 55011 Class A at 10 m
FCC Part 15A above 1 GHz	
Immunity	EN 61326:1997 +A2:2001, Table 1

For EMC compliance, you must operate this device with shielded cabling.

CE Compliance

This product meets the essential requirements of applicable European Directives, as amended for CE Marking, as follows:

Low-Voltage Directive (safety) 73/23/EEC

Electromagnetic Compatibility

Directive (EMC) 89/336/EEC

Refer to the Declaration of Conformity (DoC) for this product for any additional regulatory compliance information. To obtain the DoC for this product, visit ni.com/hardref.nsl/ and search by model number or product line.

Global Services and Support

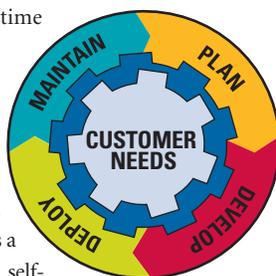
NI has the services and support to meet your needs around the globe and through the application life cycle – from planning and development through deployment and ongoing maintenance – and tailored for customer requirements in research, design, validation, and manufacturing. We have direct operations in more than 37 countries and distributors in another 12 locations. Our local sales and support representatives are degreed engineers, ready to partner with you to find solutions that best fit your needs.

Local Sales and Technical Support

In offices around the globe, our staff is local to the country so that you have access to field engineers who speak your language and are available to consult on your unique needs. We also have a worldwide support organization staffed with Applications Engineers trained to quickly provide superior technical assistance. Use our online Request Support interface (ni.com/support) to define your question, then speak to or e-mail an Applications Engineer, or access more than 14,000 worldwide measurement and automation professionals within NI Developer Exchange Discussion Forums. ni.com/support also provides immediate answers to your questions through self-help troubleshooting, product reference, and application development resources. For advanced technical support and software maintenance services, sign up for Premier Support, a program that provides expanded hours of support availability and expedited phone/e-mail response time (typically four business hours).

Training and Certification

NI recognizes that both initial instruction and ongoing education contribute to your success. NI provides a variety of training alternatives, from self-paced tutorials and interactive CDs, to worldwide hands-on courses taught by experienced instructors – all designed so that you can choose how to learn about our products. Further, NI offers certifications acknowledging individual expertise in working with NI products and technologies. Visit ni.com/training for more information.



Professional Services

Our Professional Services team consists of National Instruments Applications Engineers, NI Consulting Services, and the worldwide National Instruments Alliance Partner Program (a network of 600 independent consultants and integrators). Our Professional Services team can offer services ranging from basic start-up assistance and collaborative development with your engineers, to turnkey system integration and maintenance of your system.



In addition to our NI Alliance Partners, we have developed global relationships with many industry partners that range from computer software and hardware companies, such as Microsoft, Dell, Siemens, and Tektronix. By collaborating with these companies, you receive a complete spectrum of solutions – from components to turnkey systems. Find the Alliance Partner directory at ni.com/alliance

Product Services

NI hardware products are warranted against defects in workmanship and material for one year from the date of shipment. To help you meet project life-cycle requirements, NI offers extended warranties for an additional charge. NI provides complete repair services for our products. Express repair and advanced replacement services are also available. Or, order your software and hardware installed in PXI and PXI/SCXI™ systems with NI Factory Installation Services.

Ordering Made Easy

Visit ni.com/products to browse product specifications, make comparisons, or access technical representatives via online chat or telephone. Worldwide customers can use a purchase order or credit card to buy in local currency and receive direct shipments from local NI offices. Our North American Customer Service Representatives are available Monday through Friday between 7 a.m. and 7 p.m. Central Time. Outside North America, please contact the NI office in your country.

Order Status and Service Requests

National Instruments brings you real-time status on current orders at ni.com/status. Similarly, find out the status of open technical support incidents or hardware repair requests at ni.com/support/servicereq



ni.com • (800) 433-3488

National Instruments • Tel: (512) 683-0100 • Fax: (512) 683-9300 • info@ni.com

© 2003 National Instruments Corporation. All rights reserved. Product and company names listed are trademarks or trade names of their respective companies.



Aplicación

- ✦ En sistemas riesgosos o propensos a regreso de líquido al compresor.
- ✦ En sistemas de refrigeración que operan bajo amplias variaciones de carga térmica.
- ✦ En sistemas de refrigeración de baja temperatura, sujetos a deshielos.

Función

Evita el regreso de refrigerante líquido al compresor.

Características

- Protege al compresor contra golpes de líquido, evitando el retorno de refrigerante o aceite líquido.
- Orificio dosificador para el adecuado retorno de aceite y líquido al compresor.
- Compatible con los refrigerantes: CFC, HCFC y HFC comerciales, y aceites correspondientes.
- Diseñado para operar en rango de -40 a +4.5°C de evaporación.
- Conexiones de cobre soldar.
- Pintura electrostática en polvo contra corrosión.
- Dispositivo de alivio (fusible) disponible en los tamaños grandes.
- Aprobados por UL y CSA.
- Presión de trabajo: 300 PSI.
- Presión de ruptura: 1500 PSI.

Información General

Proteja su compresor contra daños por regreso de líquido Instale un Acumulador de Succión.

El compresor para refrigeración está diseñado para comprimir refrigerante en estado gaseoso, no líquido. La compresión de líquido lo dañará, rompiendo sus partes internas. Este daño puede ser desde roturas leves como en las válvulas de succión y descarga, hasta roturas severas como de platos de válvulas, pistones, bielas y cigüeñales, dependiendo de la cantidad de líquido que regrese al compresor.

El regreso de líquido al compresor podría provenir tanto por una condición de falla, por falta de carga térmica o la válvula de expansión sobredimensionada, como por una condición normal de operación como es el caso de los sistemas de baja temperatura con deshielo por gas caliente. En el deshielo por gas caliente (de descarga), se aprovechan su energía y alta temperatura para deshielar el evaporador. El deshielo del evaporador se produce al



desviar el refrigerante de la línea de descarga hacia el evaporador, sin pasar por la válvula de expansión, a través de una interconexión (by-pass).

Pero si el gas caliente se descarga, se iba a condensar en el condensador, con mayor razón se condensará en el evaporador que está a menor temperatura, y el refrigerante líquido podrá retornar al compresor.

Para evitar que el refrigerante líquido retorne al compresor y lo dañe, se debe instalar un Acumulador de Succión. Este atrapa el líquido y solo permite pasar vapor hacia el compresor.

La función del Acumulador de Succión, es proteger al compresor de los daños que ocasionan el refrigerante líquido o el aceite en exceso cuando retornan repentinamente.

El Acumulador de Succión, es un recipiente para entrapar temporalmente la mezcla de refrigerante líquido y aceite. Les permite retornar al compresor en forma segura para que no se dañe.

El Acumulador de Succión cuenta con un orificio dimensionado en la parte inferior del tubo en forma de U, que permite el retorno del aceite con un poco de líquido al compresor, sin que le hagan daño.

AS - Acumulador de Succión



Selección

Es necesario considerar los siguientes criterios:

- Debe tener una adecuada capacidad de almacenamiento de refrigerante líquido con relación a la carga de refrigerante del sistema. Dicha carga puede variar con cada tipo de sistema de refrigeración. La capacidad de almacenamiento del acumulador de succión no debe ser menor que el 50% de la carga del sistema.
- Cuidar que no ocasione caídas de presión mayores a una diferencia de temperatura equivalente a $1/2^{\circ}\text{C}$.
- Debe tener la capacidad de retornar líquido y aceite en un rango apropiado bajo un cierto rango de condiciones de carga térmica.
- No necesariamente el acumulador de succión se selecciona por el diámetro de sus conexiones, esto podría ser perjudicial bajo ciertas condiciones. Hay que seleccionarlo por su capacidad.
- Para aplicaciones cuyas temperaturas del líquido en el Acumulador de Succión sean inferiores a -18°C , deberá proporcionarse calentamiento, para un seguro retorno de aceite al compresor.

Instalación

1. Utilice los Acumuladores de Succión solamente dentro de las condiciones recomendadas.
2. Ubique el Acumulador de Succión tan cerca del compresor como sea posible.
3. En sistemas de ciclo reversible, el Acumulador de Succión debe ser instalado entre la válvula reversible y el compresor.
4. Debe observarse la entrada (del evaporador) y la salida (al compresor) apropiados.
5. El Acumulador de Succión debe ser instalado verticalmente.
6. Asegurarse de conectarlo en relación a sus conexiones de entrada y salida. No al revés.
7. Fijarlo mecánicamente por medio de su tornillo fijo de anclaje.

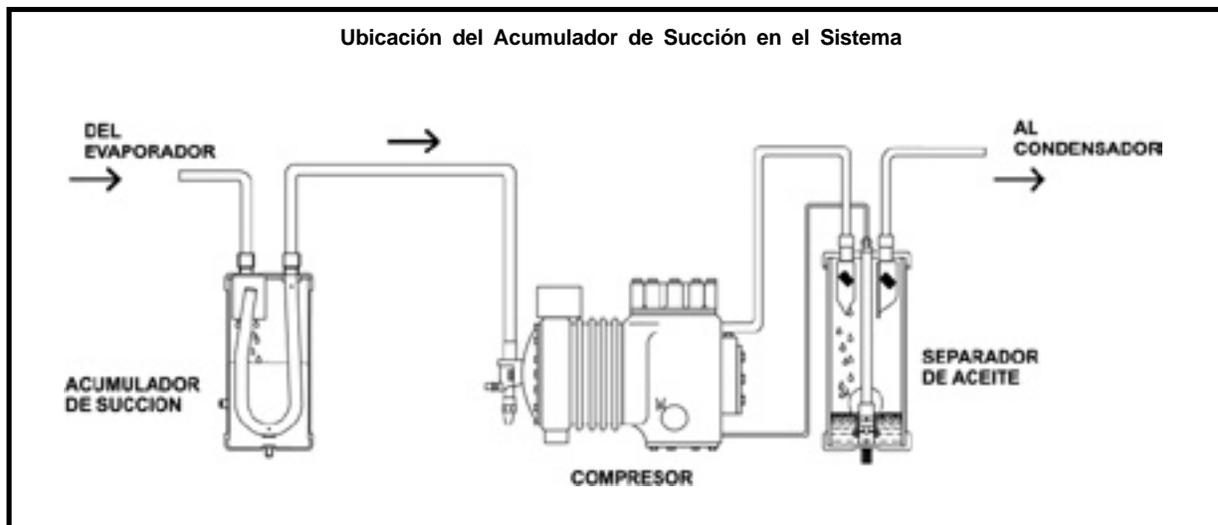




Tabla de Selección de Capacidades (TONS)

MODELO	CONEX.	TONELADAS DE REFRIGERACION									
		R-134A					R-404A/507				
		-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F	-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F
*AS-375-4 (1)	1/2"	0.2	0.3	0.6	0.8	1.2	0.2	0.4	0.8	1.0	1.3
*AS-394-5	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
*AS-3115-5 (1)	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
*AS-3115-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
*AS-3138-5	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
*AS-3138-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-4100-5	5/8"	0.3	0.5	0.8	1.2	1.7	0.4	0.6	1.2	1.6	2.0
AS-4100-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-585-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-585-7 (1)	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-5117-6	3/4"	0.4	0.6	1.0	1.6	2.3	0.4	0.7	1.5	2.0	2.6
AS-5117-7	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-5134-7	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-5134-9 (1)	1-1/8"	1.3	2.0	3.1	5.0	7.2	1.4	2.1	4.4	5.9	7.6
AS-5169-9	1-1/8"	1.9	3.0	3.1	5.0	7.2	1.4	2.1	4.4	5.9	7.6
AS-5169-11 (1)	1-3/8"	1.9	3.0	4.6	7.3	10.7	2.2	3.4	7.2	9.6	12.2
AS-6126-7	7/8"	0.7	1.1	1.8	2.8	4.0	0.8	1.3	2.7	3.6	4.6
AS-6126-9	1-1/8"	1.3	2.0	3.1	5.0	7.2	1.4	2.1	4.4	5.9	7.6
AS-6138-11	1-3/8"	1.9	3.0	4.6	7.3	10.7	2.2	3.4	7.2	9.6	12.2
AS-6202-13 (1)	1-5/8"	3.0	4.8	7.3	11.7	17.0	3.3	5.1	10.7	14.2	18.2

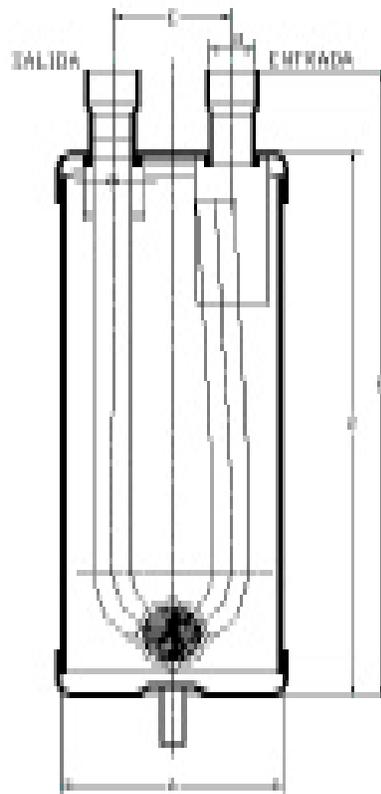
MODELO	CONEX.	TONELADAS DE REFRIGERACION									
		R-22					R-502				
		-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F	-40°C -40°F	-29°C -20°F	-18°C 0°F	-7°C +20°F	+5°C +40°F
*AS-375-4 (1)	1/2"	0.4	0.6	0.9	1.4	2.0	0.3	0.5	0.8	1.3	1.8
*AS-394-5	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.5	0.8	1.2	1.9	2.7
*AS-3115-5 (1)	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.5	0.8	1.2	1.9	2.7
*AS-3115-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
*AS-3138-5	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.6	0.8	1.2	1.9	2.7
*AS-3138-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-4100-5	5/8"	0.5	0.8	1.4	2.1	3.0	0.5	0.8	1.2	1.9	2.7
AS-4100-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-585-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-585-7 (1)	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-5117-6	3/4"	0.72	1.1	1.8	2.8	4.0	0.6	1.0	1.6	2.5	3.5
AS-5117-7	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-5134-7	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-5134-9 (1)	1-1/8"	2.1	3.3	5.3	8.3	11.8	1.9	2.9	4.6	7.1	10.2
AS-5169-9	1-1/8"	2.1	3.3	5.3	8.3	11.8	1.9	2.9	4.6	7.1	10.2
AS-5169-11 (1)	1-3/8"	3.4	5.3	8.5	13.2	18.8	3.0	4.6	7.4	11.6	16.5
AS-6126-7	7/8"	1.3	2.0	3.3	5.1	7.3	1.1	1.7	2.8	4.3	6.2
AS-6126-9	1-1/8"	2.1	3.3	5.3	8.3	11.8	1.9	2.9	4.6	7.1	10.2
AS-6138-11	1-3/8"	3.4	5.3	8.5	13.2	18.8	3.0	4.6	7.4	11.6	16.5
AS-6202-13 (1)	1-5/8"	5.1	8.0	12.8	20.0	28.5	4.4	6.9	11.0	17.2	24.5

(1) Modelos disponibles en stock (otros sobre pedido).

La máxima capacidad en toneladas recomendada está basada en una caída de presión a través del Acumulador de Succión equivalente a 1.0°F.

NOTAS:

- 1) La capacidad mínima en toneladas no deberá ser menor del 15% de la capacidad recomendada para poder asegurar un retorno de aceite efectivos.
- 2) Todos los datos están basados en toneladas de refrigeración (T.R.) y no están relacionados a los caballos de fuerza (HP).
- 3) **Temperatura mínima en el evaporador de -40°C. La temperatura mínima del gas de succión a través del Acumulador de Succión 12°C.**



Especificaciones Dimensionales

MODELO	MEDIDA CONEXION (ø NOM.)	PESO DE LA UNIDAD (KG)	A pulg.	B mm	C mm	D pulg.	E mm
* AS-375-4 (1)	1/2"	0.9	3	210	191	1/2	41.3
* AS-394-5	5/8"	1.1	3	266	238	5/8	41.3
* AS-3115-5 (1)	5/8"	1.3	3	320	292	5/8	41.3
* AS-3115-6	3/4"	1.3	3	325	292	3/4	41.3
* AS-3138-5	5/8"	1.5	3	378	350	5/8	41.3
* AS-3138-6	3/4"	1.5	3	383	350	3/4	41.3
AS-4100-5	5/8"	2.1	4	280	254	5/8	63.5
AS-4100-6	3/4"	2.1	4	285	254	3/4	69.9
AS-585-6	3/4"	2.3	5	246	216	3/4	69.9
AS-585-7 (1)	7/8"	2.3	5	252	216	7/8	69.9
AS-5117-6	3/4"	3.0	5	327	297	3/4	69.9
AS-5117-7	7/8"	3.0	5	334	297	7/8	69.9
AS-5134-7	7/8"	3.2	5	376	340	7/8	69.9
AS-5134-9 (1)	1-1/8"	3.2	5	380	340	1-1/8	69.9
AS-5169-9	1-1/8"	3.8	5	469	430	1-1/8	69.9
AS-5169-11 (1)	1-3/8"	3.8	5	471	430	1-3/8	69.9
AS-6126-7	7/8"	5.3	6	359	320	7/8	74.6
AS-6126-9	1-1/8"	5.3	6	363	320	1-1/8	74.6
AS-6138-11	1-3/8"	5.5	6	396	350	1-3/8	74.6
AS-6202-13 (1)	1-5/8"	8.2	6	562	514	1-5/8	74.6

* NO SE SUMINISTRAN CON TAPON FUSIBLE

(1) MODELOS DISPONIBLES DE STOCK, (OTROS SOBRE PEDIDO)



Características

- Fabricado en tubo de acero, capaz de resistir una presión de ruptura de 2500 psig (176 kg/cm³).
- Dos conexiones y válvula, una que recibe el gas del condensador y otra conectada a la línea de líquido.
- Válvula de latón con vástago de acero para garantizar un sello 100%.
- Probado de fuga al 100% a 500 psig (35 kg/cm²) con nitrógeno para garantizar ausencia de humedad.
- Conexión flare 3/8".
- Capacidad de 1800 cm³.
- Conexión para carga de 1/4" flare con válvula de pivote.
- Longitud de 250 mm.
- Instalación en posición vertical.
- Pintura horneada electrostática que garantiza una prueba en cámara salina de 500 horas, lo cual significa una garantía de 5 años bajo condiciones severas ambientales y de salinidad. SUPERIOR A LA DE NUESTROS COMPETIDORES.



NOTA:

Para diseño y fabricación de tanques especiales, consulte directamente a nuestras oficinas.

Especificaciones Dimensionales

MODELO	CAPACIDAD	CONEXION DE ENTRADA DEL CONDENSADOR	CONEXION DE LA LINEA DE LIQUIDO	CONEXION PARA CARGA	LONG.
TR-100	1800 cm ³	3/8"	3/8"	1/4"	250 mm

SUCTION ACCUMULATORS SERIES A-AS

Nomenclature

A	AS	3	12	5
Series	Accumulator Suction	Diameter (in inches)	Height (in inches)	Fitting Size in 1/8"
Above Example: A-AS 3 125				

Ordering Table

Type	Order Nr.	A Fitting Size Nominal
A-AS 3 84*	060819	1/2
A-AS 3 105*	060963	5/8
A-AS 3 146*	060965	3/4
A-AS 5 97	060818	7/8
A-AS 5 137	060814	7/8
A-AS 5 139	060815	1 1/8
A-AS 5 179	060817	1 1/8
A-AS 6 1411	060827	1 3/8
A-AS 6 2013	060828	1 5/8

* Not supplied with Fusible plug





PCU-B

SINGLE COMPRESSOR CONDENSING UNIT

50/60Hz • 9,000 - 30,000 Btu/h



Contents / Contenido

- Safety Precautions / *Precauciones de Seguridad*

- Model Number Nomenclature /
Numero del Modelo de la Nomenclatura.....1

- Features /
Caracteristicas.....2

- Outline Dimensions /
Dimensiones.....3-4

- Specifications /
Especificaciones.....5

- Electrical Data /
Datos Electricos.....5

- Electrical Schematics /
Esquema Electrica.....6-7

- Electrical Component Diagrams /
Esquema Electrica de Componentes.....8-11

- Exploded Diagrams & Spare Parts Lists /
Diagrama de Exploracion/Lista de Piezas de Repuesto.....12-14

- Troubleshooting Guide /
Guia Para Resolver los Problemas con el Equipo.....15

Safety Precautions / Precauciones de Seguridad

Installation and servicing of air conditioning equipment can be hazardous due to system pressure and electrical components.

Only trained and qualified service personnel should install, repair or service air conditioning equipment.

The following safety precautions must be taken when using your air conditioner:

- Make sure that the indoor unit is correctly ventilated at all times, do NOT place clothing or other materials over it.
- NEVER spill liquid of any kind into the indoor unit. Should this happen, switch off the breaker used for your air conditioner and contact your installation specialist.
- Do NOT insert anything between the air flow blades, as the inner fan may be damaged and you may be hurt. Keep children away from the indoor unit.
- Do NOT place any obstacles in front of the outdoor unit.
- If the remote control will not be used for a long time, remove the batteries.
- Users of this product are cautioned not to attempt repair of this product at their own discretion. Instead, they are requested to directly contact a designated service center or the outlet at which the product was purchased.
- If the supply cord is damaged, it must be replaced by a special cord or assembly available from the manufacturer or its service agent.
- This device must be installed according to the national electrical rules.

La instalación y servicio del equipo de aire acondicionado podría ser arriesgado debido a la presión del sistema o componentes eléctricos.

Solamente un personal entrenado y calificado debería instalar, reparar y hacerle servicio al equipo de aire acondicionado.

Se debe considerar lo siguiente cuando se usa un aire acondicionado:

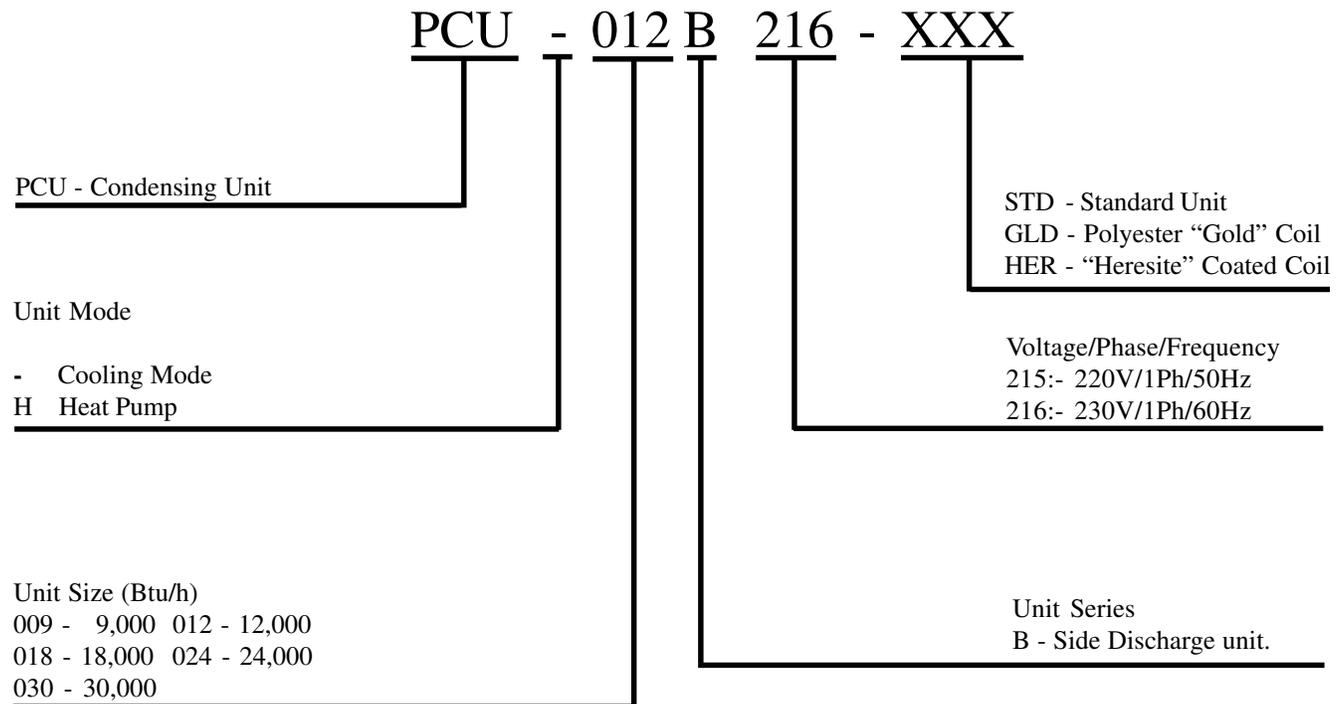
- *Asegurase que la unidad evaporadora tiene ventilación correcta todo el tiempo. No poner ropas o otras materiales sobre la unidad.*
- *Nunca dejar que liquido derrame en la unidad evaporadora. Si este ocurre, desconectar el panel eléctrico usado para su unidad y contactar su técnico.*
- *No insertar alguna cosa entre las aspas del aire ya que esto puede perjudicar el abanico interior y puede dañarse. No dejar niños cerca de la unidad evaporadora.*
- *No poner ningún obstáculo delante de la unidad condensadora.*
- *Si el control remoto no será usado por un periodo de tiempo, remover las baterías.*
- *Avisar a los usuarios de este producto que no tratan de reparar la unidad sin ayuda. Será aconsejable contactar un centro de servicios, recomendado o ir al surcusal donde la unidad fue comprado.*
- *Si la cuerda de suministro esta dañada, deberían reemplazarlo con una cuerda especial o un montaje que es disponible del fabricante o el agente de servicio.*
- *Este mecanismo debe ser instalado según las reglas eléctricas nacionales.*

Model Number Nomenclature / Numero del Modelo de la Nomenclatura

Condensing Unit, Single Compressor, Side Discharge, Residential

Standard features:

- 230V control voltage.
- Rotary compressors.
- Low pressure switch.
- Fully charged with R22.



Factory installed options available are::

- Tropicalised Coil treatment.
- 50 Hz.
- Heat Pump.

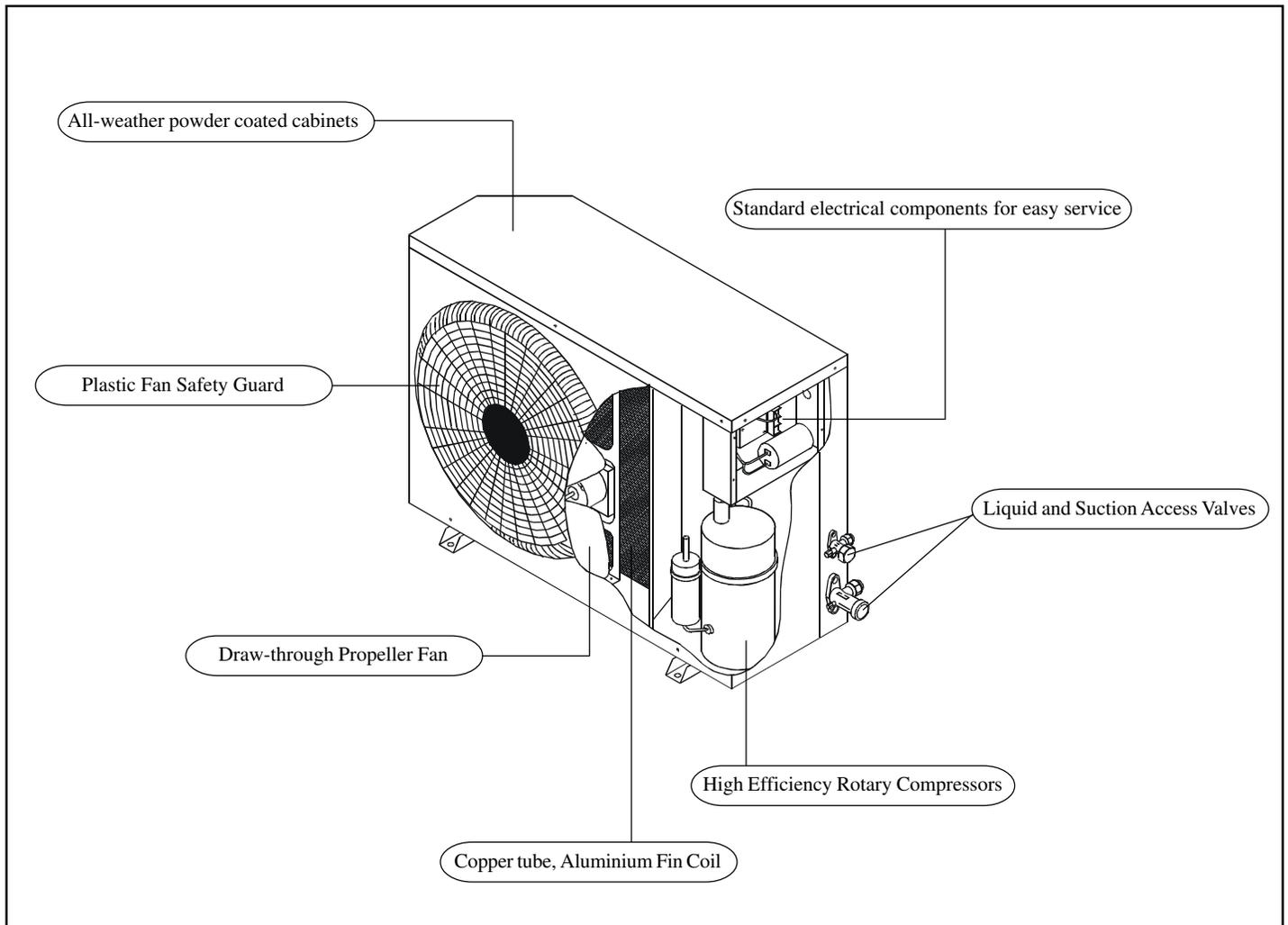
Note: "Heresite" treatment not available for sizes 9,000 to 12,000 Btu/h.

Factory supplied kits available are:

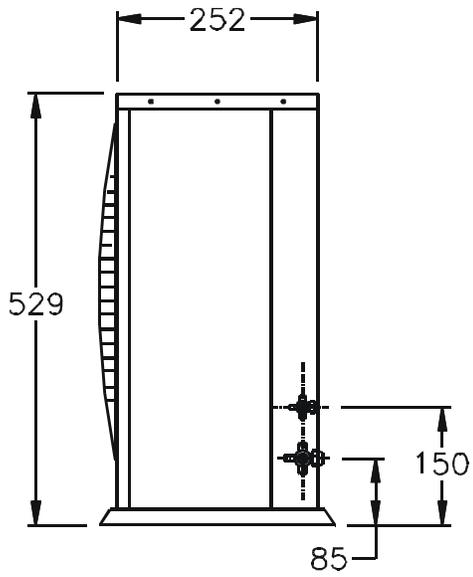
- Orifice kit.

Features / Características

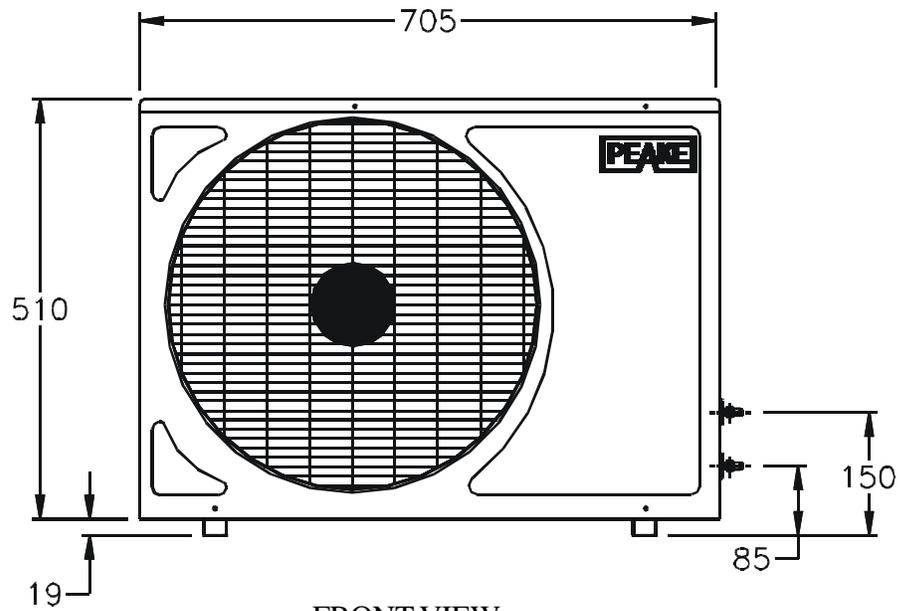
- Compact design allows for placement in limited space / *Diseño compacto que permite uso en espacio mínimo.*
- Side discharge, draw-through condenser fan allows for a more efficient heat transfer across the condenser coil / *Ventilador de tirada y descarga lateral del condensador, permite mayor eficiencia en transferencia de calor a través del serpentín del condensador.*
- All-weather powder coated cabinets and panels constructed of prime grade, hot-dipped galvanised steel / *Gabinetes y paneles para todo clima, con pintura de polvo horneado y contruidos de acero galvanizado de primera calidad inmerso al calor.*
- Coil guard standard / *Guarda serpentín standard*
- Internal protection for compressor and motor / *Protectcion interna para compresor y motor.*
- Heat pump available (PCUH) / *Bomba de calor disponible (PCUH).*
- Auto detection of freezing conditions, automatically engages defrost cycle (PCUH) / *Auto deteccion de condiciones de congelacion, activa automaticamente el ciclo de descongelacion (PCUH).*
- Can be installed almost anywhere / *Puede ser instalado en casi todas partes.*
- Available in 50Hz and 60Hz / *Disponible en 50 y 60 ciclos.*



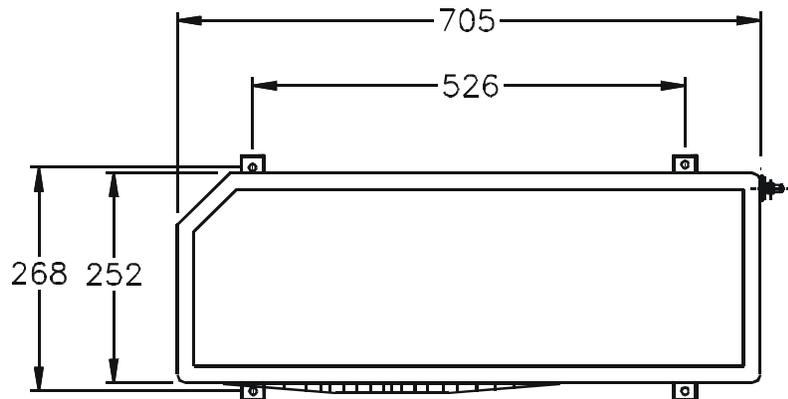
Dimensions / Dimensiones



SIDE VIEW



FRONT VIEW

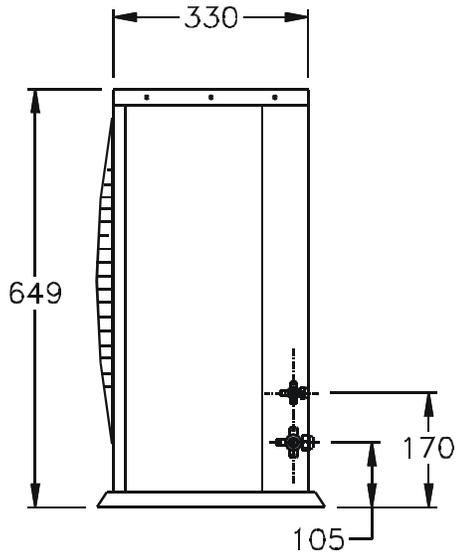


TOP VIEW

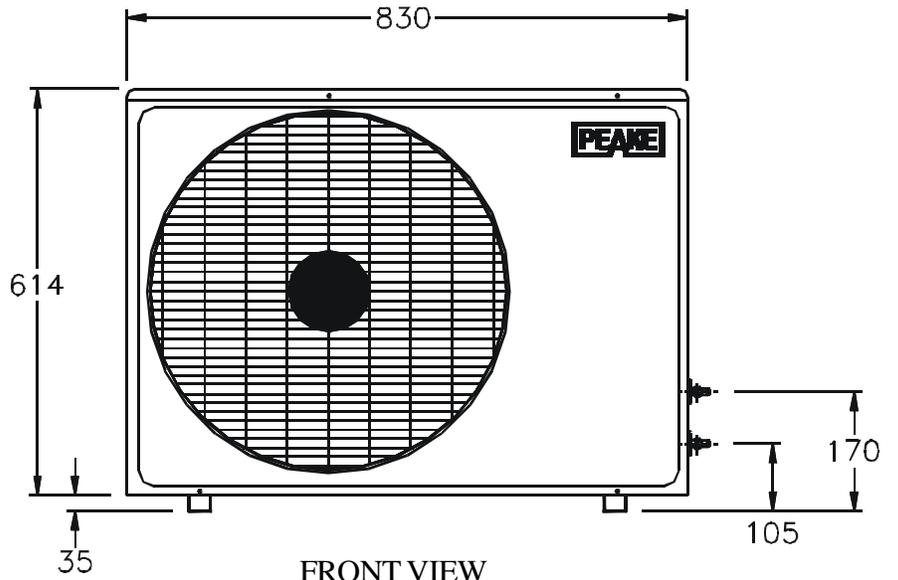
PCU/PCUH series B
9,000 - 18,000 Btu/h

Dimensions in mm

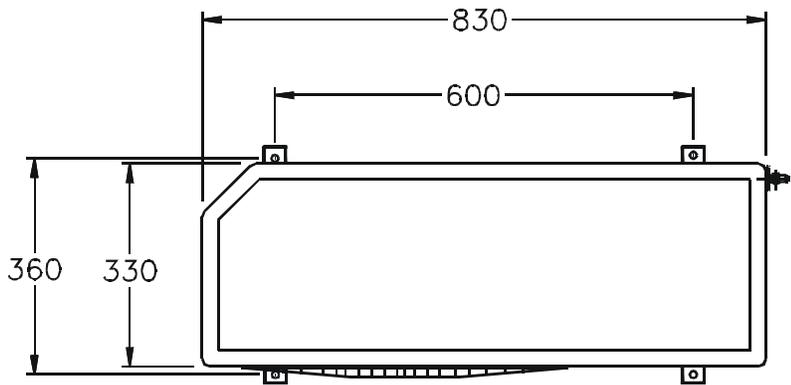
Dimensions / Dimensiones



SIDE VIEW



FRONT VIEW



TOP VIEW

PCU/PCUH series B
24,000 - 30,000 Btu/h

Dimensions in mm

Specifications / Especificaciones

MODEL / Modelo		009	012	018	024	030
NOMINAL COOLING CAPACITY / Capacidad nominal de enfriamiento	Btu/h	9,000	12,000	18,000	24,000	30,000
AIR VOLUME / Volumen del aire	cfm	800	800	900	1,200	1,250
DIMENSION W x D x H	mm	705x252x529	705x252x529	705x252x529	830x330x649	830x330x649
NET WEIGHT / Peso neto	kg	33	35	47	68	71
POWER SUPPLY / Suministro de energia	See tables below / Ver los tableros abajo					
COMPRESSOR / Compresor	Rotary / Rotativo					
Type / Tipo						
Quantity / Cantidad	1	1	1	1	1	1
REFRIGERANT / Refrigerante	R22					
PIPING CONNECTIONS / Conexión de tubería						
Suction / Succion	in.	3/8	1/2	1/2	5/8	5/8
Liquid / Liquido	in.	1/4	1/4	1/4	3/8	3/8
ELECTRICAL CONNECTION / Conexión electrica	in.	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8	1 3/8
FAN TYPE / Modelo de ventilador	Propeller Fan / Ventilador de helice					
PROPELLER FAN DIAMETER / Diametro de ventilador	in.	16	16	16	18	18
CONDENSER COIL / Serpentin condensadora						
Face Area / Area frontal	sq. ft.	3.51	3.51	3.51	5.73	5.73
Rows...Fins per inch / Aletas por pulgadas		1...19	1...19	2...14	2...14	2...14

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.

Electrical Data / Datos Electrico

60 Hz

MODEL / Modelo		009	012	018	024	030
POWER SUPPLY / Suministro de energia	V-Ph-Hz	230-1-60				
RUNNING CURRENT (RLA) / Corriente del funcionamiento (RLA)	A	4.4	5.4	8.2	11	14.4
STARTING CURRENT (LRA) / Corriente de arranque (LRA)	A	25	27	47	56	73
MCA		6.1	7.4	10.9	14.7	18.9
MOCP		10	15	20	25	30
POWER INPUT 60Hz / Energia de entrada 60Hz	W	941	1217	1792	2505	3146
E.E.R.		10	9.9	10.2	10.3	9.7

50 Hz

MODEL / Modelo		009	012	018	024	030
POWER SUPPLY / Suministro de energia	V-Ph-Hz	220-1-50				
RUNNING CURRENT (RLA) / Corriente del funcionamiento (RLA)	A	4.1	5.6	8.1	11.3	14.1
STARTING CURRENT (LRA) / Corriente de arranque (LRA)	A	21.7	19	36	55	59
MCA		5.7	7.6	10.7	15.0	18.5
MOCP		10	15	20	25	30
POWER INPUT 50 Hz / Energia de entrada 50Hz	W	896	1224	1770	2443	3113
E.E.R.		10.5	10.1	10.3	10.7	10.6

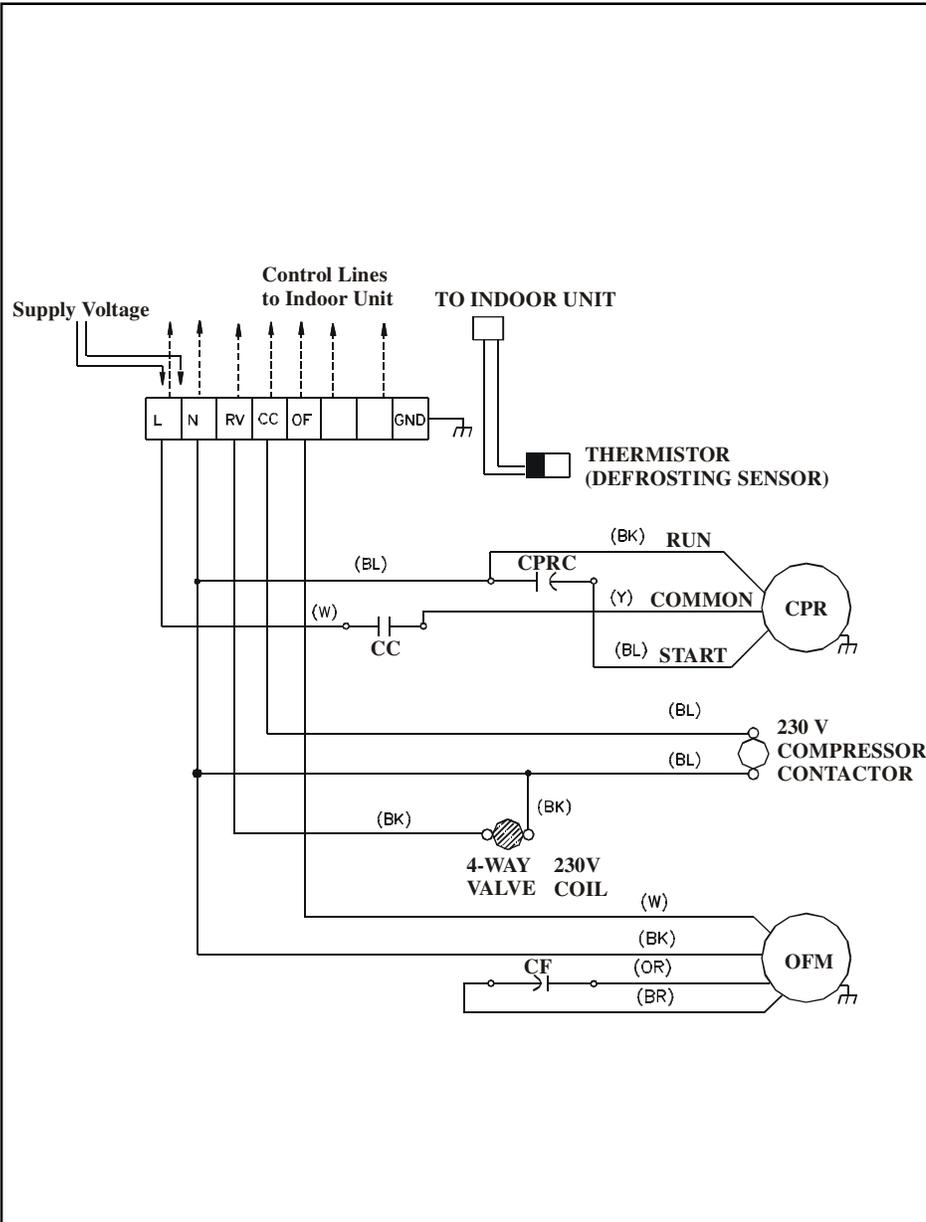
LEGEND: MCA - Minimum Circuit Amps. RLA - Running Load Amps.
LRA - Locked Rotor Amps. MOCP - Maximum Overcurrent Protection (fuses or circuit breakers).
E.E.R. - Energy Efficiency Rating

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications.
Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit.
Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: MCA - Amperio mínimo. RLA - Corriente del Funcionamiento.
LRA - Corriente de arranque MOCP - Tamaño del interruptor.
E.E.R. - Valores de coeficientes de eficiencia

Notes: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I.
Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior.
Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

Electrical Schematics / Esquema Electrica



**ELECTRICAL SCHEMATIC CONNECTION
DIAGRAM / Esquema electrica
PCUH 009B-030B
Heat Pump / Bomba de Calor**

LEGEND / LEYENDA

	208 / 230 - 1 - 60
	230 - 1 - 60
	220 / 240 - 1 - 50

PRIOR TO INSTALLATION ENSURE THE FOLLOWING / ANTES DE LA INSTALACION ASEGURESE DE LO SIGUIENTE

- (a) Electrical Supply is Adequate and Grounded / *Que el suministro de electricidad es el adecuado y conectado a la tierra.*
 (b) Field Wiring & Circuit Protection is in accordance with local electrical Standard code / *La instalacion de cables y proteccion del circuito esten de acuerdo con los codigos electricos locales y los establecidos por las autoridades.*

NOTES / NOTAS

1. Symbols are in accordance with ARI Standard 130-88 / *Los simbolos estan de acuerdo con ARI standard 130-88.*
2. Compressor Motor is internally Protected / *El motor del compresor es protegido internamente.*

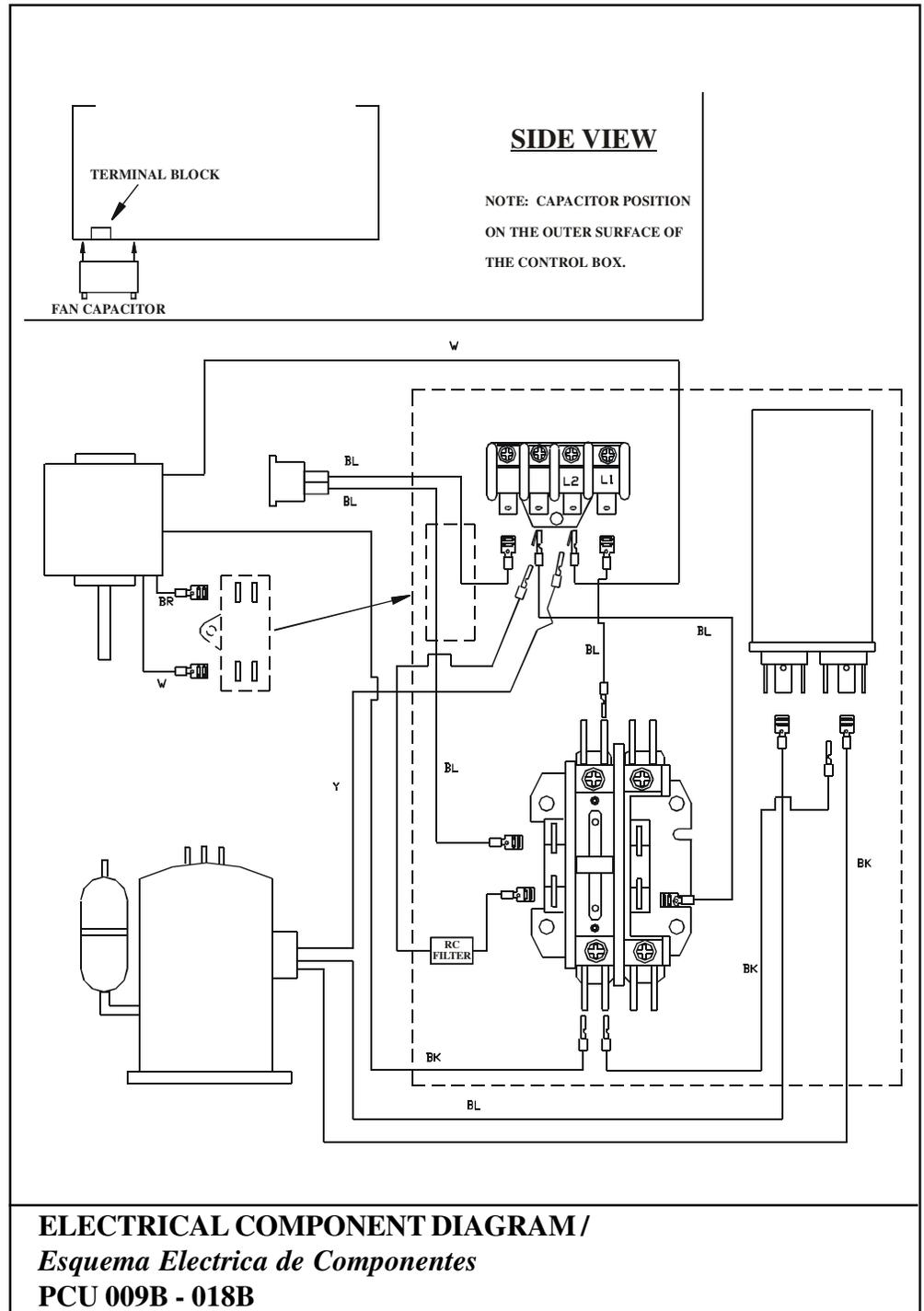
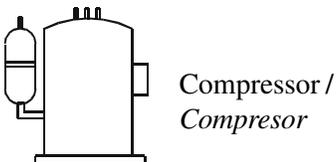
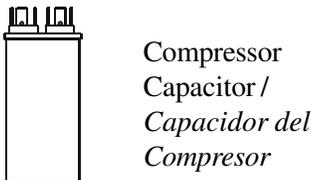
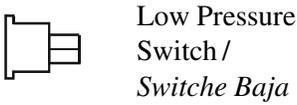
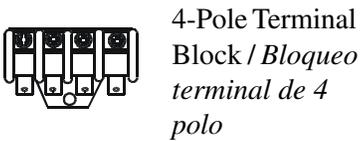
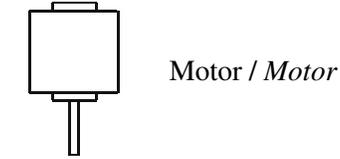
SYMBOLS USED IN ELECTRICAL SCHEMATIC DIAGRAM / SIMBOLOS USADOS EN EL ESQUEMA ELECTRICA

L	Line / Linea
N	Neutral / Neutro
RV	Reversing Valve / Valvula Invertida
GND	Ground / A la tierra
CC	Compressor Contactor / Contactor del Compresor
CPRC	Compressor Capacitor / Capacidor del Compresor
CPR	Compressor / Compresor
OFM	Outdoor Fan Motor / Motor Ventilador del Exterior
CF	Outdoor Fan Capacitor / Capacitor Ventilador del Exterior

MANUFACTURER ACCEPTS NO LIABILITY IF THESE SAFETIES ARE NOT OBSERVED

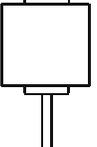
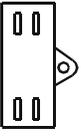
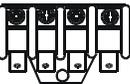
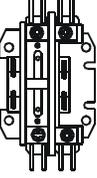
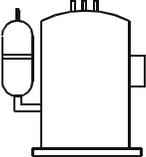
Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

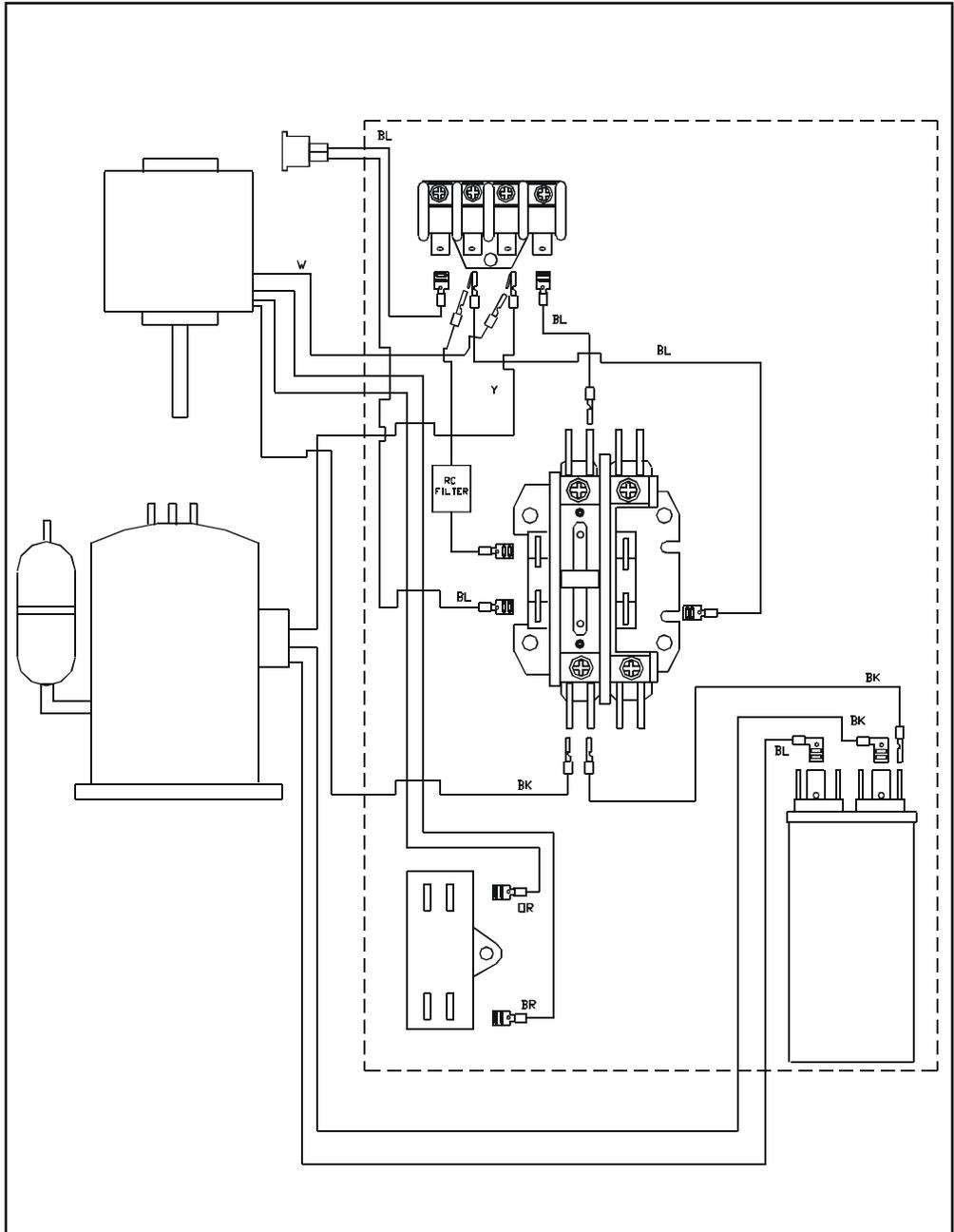
Symbols used in Electrical Component Diagram / Simbolos Usados en el Esquema Electrica de Componentes



Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

Symbols used in Electrical Component Diagram /
Simbolos Usados en el Esquema
Electrica de Componentes

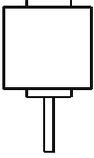
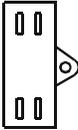
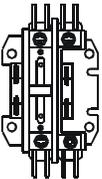
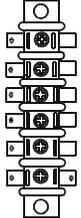
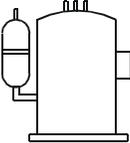
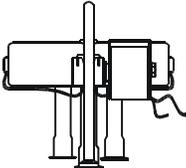
- 
Motor / Motor
- 
Fan Capacitor /
Capacitor del Ventilador
- 
4-Pole Terminal Block /
Bloqueo terminal de 4 polo
- 
Low Pressure Switch /
Switche Baja
- 
Compressor Capacitor /
Capacitor del Compresor
- 
Single Pole Contactor /
Contactor de un Via
- 
Compressor /
Compresor

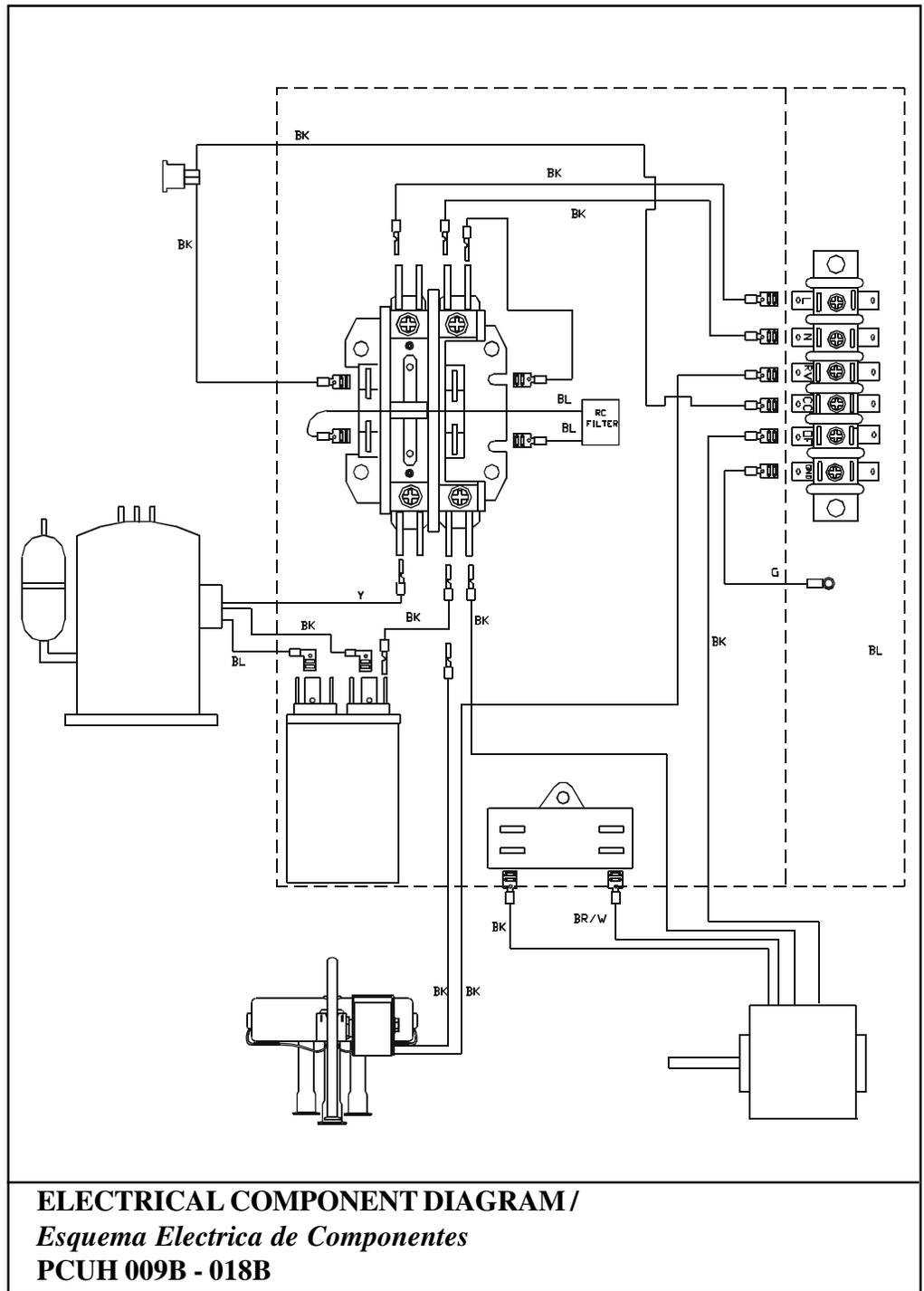


ELECTRICAL COMPONENT DIAGRAM /
Esquema Electrica de Componentes
PCU 024B - 030B

Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

Symbols used in Electrical Component Diagram /
Simbolos Usados en el Esquema Electrica de Componentes

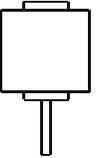
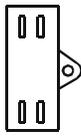
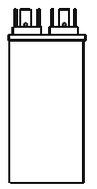
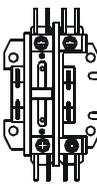
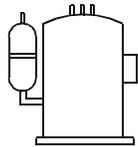
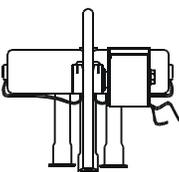
- 
Motor / Motor
- 
Fan Capacitor /
Capacitor del Ventilador
- 
High / Low
Pressure Switch /
Switche Alta/
Baja
- 
Compressor
Capacitor /
Capacitor del
Compresor
- 
Single Pole
Contactor /
Contactor de
un Via
- 
6-Pole Terminal
Block / Bloqueo
terminal de 6
polo
- 
Compressor /
Compresor
- 
4-Way
Reversing Valve /
Valvula reversiva
de 4 vias

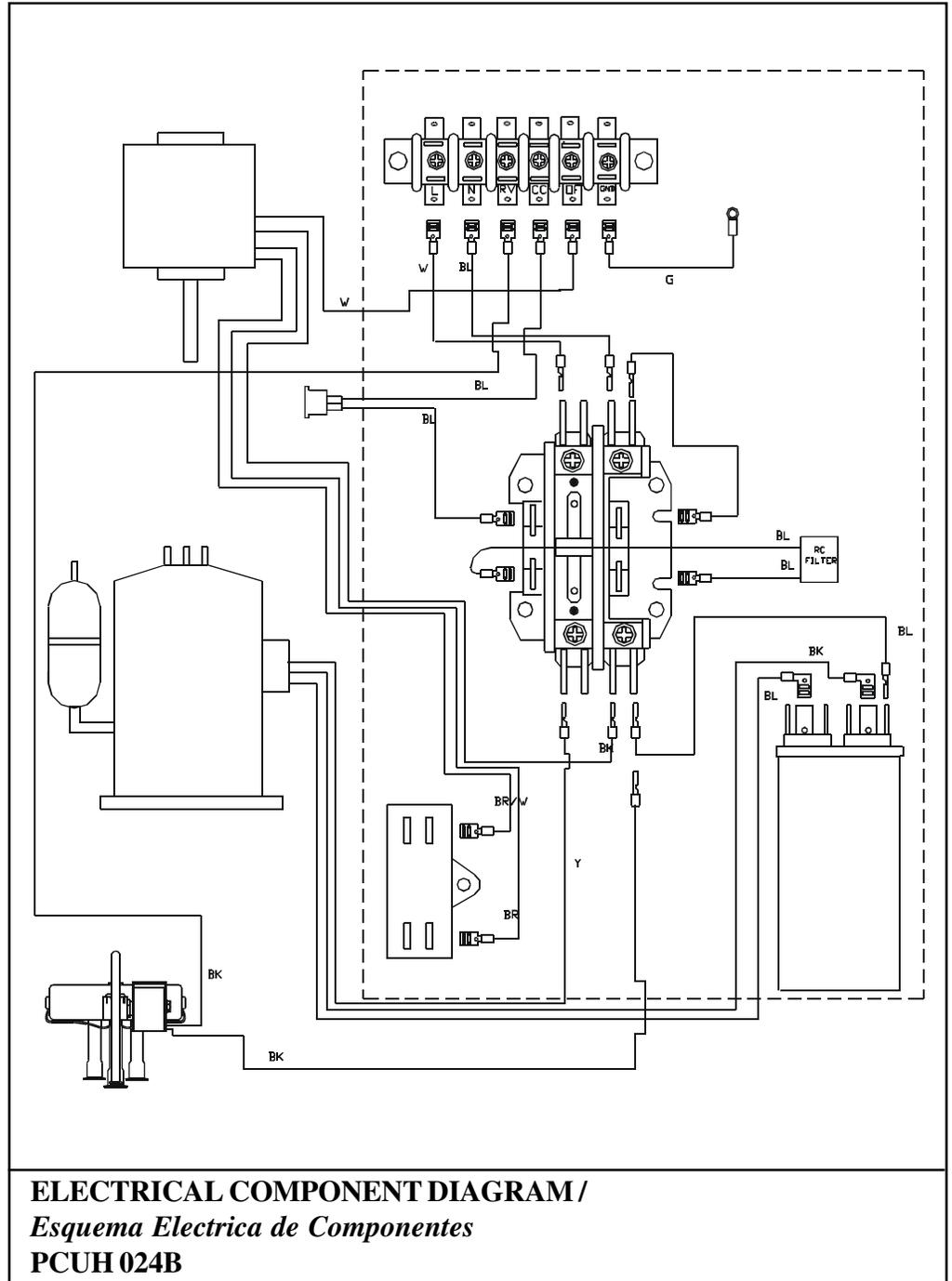


Electrical Component Diagrams / Esquema Electrica de Componentes

Symbols used in Electrical Component Diagram /

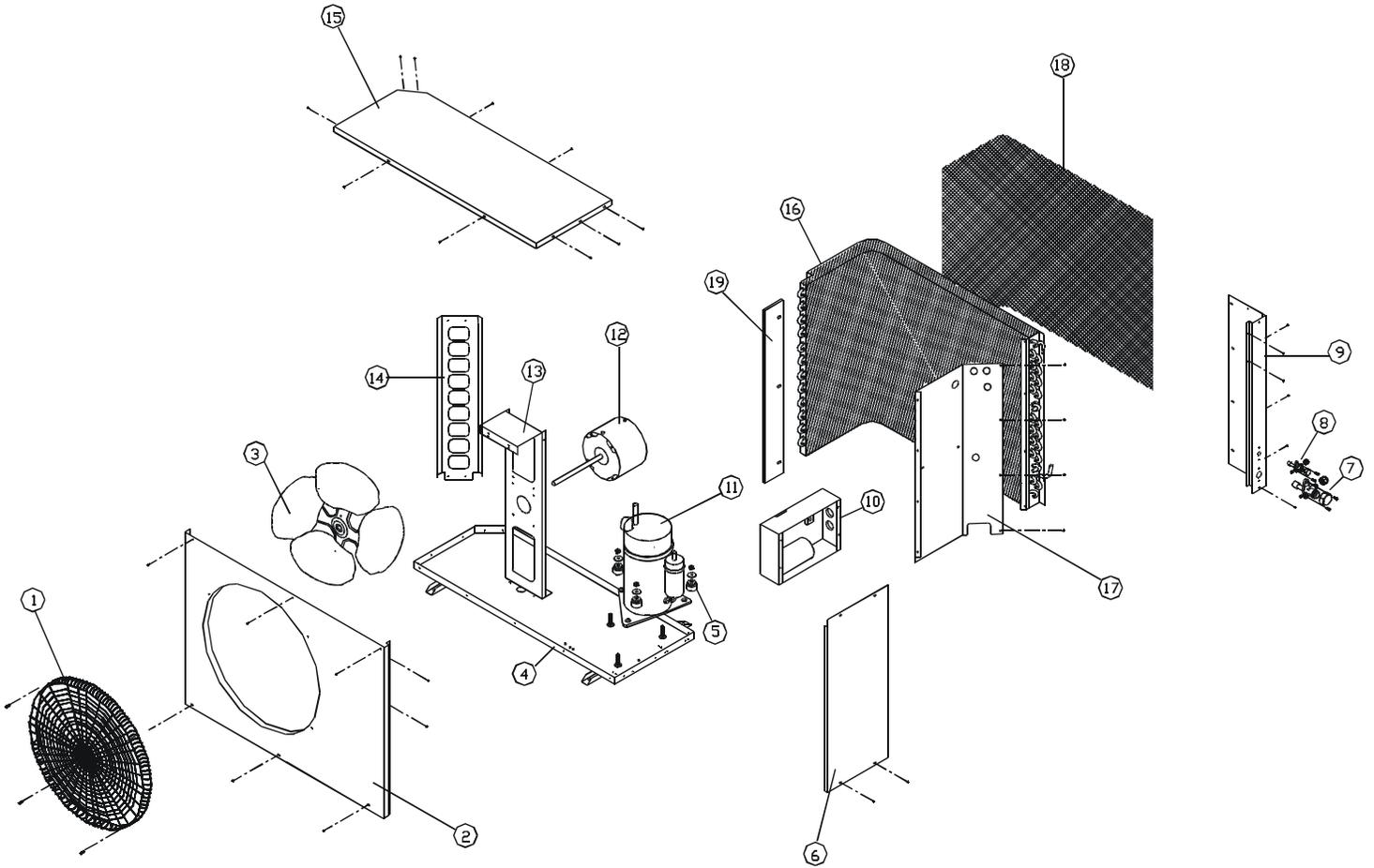
Simbolos Usados en el Esquema Electrica de Componentes

- 
Motor / Motor
- 
Fan Capacitor /
Capacitor del Ventilador
- 
High / Low
Pressure Switch /
Switch Alta/
Baja
- 
Compressor
Capacitor /
Capacitor del
Compresor
- 
Single Pole
Contactor /
Contactor de
un Via
- 
6-Pole Terminal
Block / Bloqueo
terminal de 6
polo
- 
Compressor /
Compresor
- 
4-Way
Reversing Valve /
Valvula reversiva
de 4 vias



Exploded Diagram / Diagrama de Exploracion

*Single Compressor Side Discharge Condensing Unit
PCU - Series B (9,000 - 30,000 Btu/h)*



Spare Parts Listing /

Lista de Piezas de Repuesto

SINGLE COMPRESSOR SIDE DISCHARGE CONDENSING UNIT ASSEMBLY PCU - SERIES B

Item No.	Part Name	Part No.	Quantity					Notes
			009	012	018	024	030	
1	Fan Guard, 18" Diameter, Plastic	C03-218				1	1	
	Fan Guard, 16" Diameter, Plastic	C03-222	1	1	1			
2	Front Panel Rounded	CU018B-003	1	1	1			
	Front Panel Assembly Rounded	ACU024B-01				1	1	
3	Propeller Fan, 16"OD * 10 mm Bore	C04-263	1	1	1			
	Propeller Fan, 18"OD * 1/2" Bore	C04-266				1	1	
4	Base Assy, Teco, 12,000 Btu, 60Hz	ACU018B-07	1					Assembly Consists of Base and Skid. Please specify Compressor Type, Size and Hertz.
	Base Assembly, Siam 60Hz Rounded	ACU018B-04		1	1			
	Base Assembly, Hitachi 60Hz Rounded	ACU024B-08				1		
	Base Assembly, Copeland, Rounded	ACU024B-05					1	
5	Stud Set For Siam RH Model	R060-756	1	1	1	1		
	Nut, Hex 5/16"	R060-758					4	
	Washer, Lock, Split, 5/16"	R060-810					4	
	Self Clinching Stud, 5/16" * 1 3/4	R060-754					4	
6	Service Panel Rounded	CU018B-004	1	1	1			
	Service Panel Rounded	CU024B-004				1	1	
7 & 8	A/C Split Type Valve, 1/4"	C08-493	1	1	1			
	A/C Split Type Valve, 3/8"	C08-494	1			1	1	
	A/C Split Type Valve, 1/2"	C08-495		1	1			
	A/C Split Type Valve, 5/8"	C08-496				1	1	
9	Outlet Plate Rounded	CU009B-002	1					
	Outlet Plate Rounded	CU018B-002		1	1			
	Outlet Plate Rounded	CU024B-002				1	1	
10	Control Box Rounded	CU018B-011	1	1	1			
	Control Box Rounded	CU024B-011				1	1	
50 Hz	Compressor, RH 165 VGBT	CO1-161	1					C12-1042 - Capacitor, Run, 25MFD,400VAC
	Compressor, PH200X2C-4FT	CO1-353		1				C12-1045 - Capacitor, Run, 25MFD,370VAC
	Compressor, SHY33MC4-U	CO1-168			1			C12-1069 - Capacitor, Run, 45MFD,400VAC
	Compressor, PH36VPET	CO1-170				1		C12-1069 - Capacitor, Run, 45MFD,400VAC
	Compressor, CR32KQ-PFT-240BN	CO1-027					1	C12-1074 - Capacitor, Run, 45MFD,440VAC
60 Hz	Compressor, PH135X1C-3DZU2	CO1-350	1					C12-1082 - Capacitor, Run, 35MFD,440VAC
	Compressor, PH180X1C-3FTU2	CO1-352		1				C12-1082 - Capacitor, Run, 35MFD,440VAC
	Compressor, PH240X2C-3FTU1	CO1-356			1			C12-1072 - Capacitor, Run, 40MFD,370VAC
	Compressor, PH360X3CS-3KUU1	CO1-360				1		C12-1078 - Capacitor, Run, 55MFD,400VAC
	Compressor, CR28KQ-PFV-240BN	CO1-026					1	C12-1082 - Capacitor, Run, 35MFD,440VAC
12	Motor, 1/20 HP 208/230V-1Ph-50/60Hz	C02-106	1	1	1			C12-1062 - Capacitor, 2.5MFD,400VAC
	Motor, 1/18 HP 220V-1Ph-50/60Hz	C02-107				1	1	C12-1065 - Capacitor, 3MFD,450VAC
13	Motor Bracket, Rounded	CU018B-005	1	1	1			Assembly consists of Motor Bracket Top (CU024B-005) & Motor Bracket Bottom (CU024B-006)
	Motor Bracket, Assembly	ACU024-05				1	1	

Spare Parts Listing /
Lista de Piezas de Repuesto

SINGLE COMPRESSOR SIDE DISCHARGE CONDENSING UNIT ASSEMBLY
PCU - SERIES B

Item No.	Part Name	Part No.	Quantity					Notes
			009	012	018	024	030	
14	Back Corner Post Rounded	CU018B-001	1	1	1			
	Back Corner Post Rounded	CU024B-001				1	1	
15	Top, Rounded	CU018B-007	1	1	1			
	Top, Rounded	CU024B-007				1	1	
16	Coil, Condenser w/o Capillary	CC-PCU-012F-0	1	1				
	Coil, Condenser w/o Capillary	CC-PCU-018B-0			1			
	Coil, Condenser w/o Capillary	CC-PCU-024B-0				1	1	
17	Compressor Partition Rounded	CU018B-016	1	1	1			For PCU-024 & 030 Please specify Compressor Type
	Compressor Partition	CU024-046				1	1	
	Compressor Partition, Copeland	CU024-047				1	1	
18	Diamond Pattern Mesh, Plastic (sq.m)	C03-230	0.361	0.3613	0.3613	0.5729	0.5729	
19	Coil Barrier	CU012F-006	1	1				

Reversing Valve	C08-485	1					REVERSING VALVES USED ON HEAT PUMP UNITS ONLY
Reversing Valve	C08-486		1	1			
Reversing Valve	C08-487				1		
Terminal Block, 4 Pole	C11-701	1	1	1	1	1	
Low Pressure Switch, 17-60 PSIG	C12-1005	1	1	1	1	1	
Contactora, 1 Pole, 30A, 208/240VAC	C12-804	1	1	1	1	1	

Troubleshooting Guide / ***Guia Para Resolver los Problemas con el Equipo***

If your system is not functioning properly, please follow our checking procedures to determine if there is a genuine fault. /

Si su unidad no está funcionando bien, favor seguir nuestras instrucciones para determinar si existe alguna avería.

(A) When the compressor does not operate: / Cuando el compresor no esté funcionando:

1. Check whether power is switched "On" or "Off" from the indoor unit control. /

Chequear si el control de energía de la unidad interior está enchufada o no.

2. Check whether the power circuit breaker has tripped off. / *Chequear si el breaker del circuito de energía se ha disparado.*

3. Check thermostat setting. If thermostat setting is greater than room temperature, compressor will be off. /

Chequear el ajuste del termostato. Si el ajuste del termostato es mayor que la temperatura de la habitación, el compresor estará apagado.

4. Check for loose electrical connections. / *Chequear si hay alguna conexión eléctrica suelta.*

(B) When compressor is operating but cooling is insufficient: / Cuando el compresor está funcionando pero no enfriando lo suficiente:

1. Check whether air filters located in the fan coil unit are dirty or blocked. /

Chequear si los filtros de aire que están en el serpentín del ventilador se encuentran sucios o bloqueados.

2. Check whether the airflow of the fan coil unit is restricted. /

Chequear si la salida del aire en el serpentín del ventilador está restringida.

3. Check whether there is an increase in the number of people in the room./

Chequear si hay un número muy elevado de personas en la habitación.

4. Check whether all the doors and windows are closed properly. /

Chequear si todas las puertas y ventanas están bien cerradas.

(C) When condensing unit is not operating: / Cuando el condensador no está funcionando:

1. Check whether power is switched "On" or "Off" from the indoor unit control. /

Chequear si el control de energía de la unidad interior está enchufada o no.

2. Check whether the power circuit breaker has tripped off. / *Chequear si el breaker del circuito de energía se ha disparado.*

3. Check wiring between indoor and outdoor units according to electrical schematics. /

Chequear si la instalación eléctrica entre las unidades interior y exterior concuerda con el esquema eléctrico.

4. Check voltage supply. / *Chequear el suministro del voltaje.*

(D) When system is noisy: / Cuando el sistema produce demasiado ruido:

1. Check whether unit is securely mounted. / *Chequear si la unidad está firmemente montada.*

2. Check whether there is excessive piping vibration. Support where required. /

Chequear si hay una excesiva vibración. Sostenerlo donde sea necesario.

3. Check whether unit is mounted with vibration isolators. / *Chequear si la unidad está montada con separadores de vibración.*

4. Check whether panels are fastened securely. / *Chequear si los paneles están firmemente ajustado.*



PEAKE INDUSTRIES LIMITED
177 WESTERN MAIN ROAD, COCORITE,
P.O. BOX 1221,
PORT OF SPAIN, TRINIDAD, WEST INDIES
TEL: (868) 622-PEAK (7325)
FAX: (868) 622-4580
e-mail: peake@peakeind.com,
<http://www.peakeind.com>

PEAKE

PHW/PHWH SERIES G - HIGH WALL UNITS



9,000 - 12,000 BTU/H



18,000 BTU/H



24,000 BTU/H

QUALITY • FLEXIBILITY • VISION



PHW/PHWH

9,000 - 12,000 BTU/H

SPLIT TYPE HIGH WALL MOUNTED FAN COIL UNIT WITH COOLING/HEATING

MODEL / Modelo PHW - Series G		009	012
NOMINAL COOLING CAPACITY <i>Capacidad nominal de enfriamiento</i>	Btu/h	9,000	12,000
INDOOR AIR VOLUME / <i>Volumen de aire interior</i>	cfm	247	247
NOISE LEVEL (HIGH SPEED) / <i>Niveles de ruido (Alta velocidad)</i>	dba	39	39
DIMENSION WxDxH <i>Dimensión ancho x profundidad x largo</i>	mm	805x148x265	805x148x265
NET WEIGHT / <i>Peso neto</i>	kg	7.5	7.5
POWER SUPPLY / <i>Suministro de energía</i>	V-Ph-Hz	220-1-50/60	
EVAPORATOR COIL / <i>Serpentín evaporadora</i>		Grooved Copper Tube / Enhanced Aluminium Fin / <i>Tubo de cobre acanalado/aleta de aluminio realzado</i>	
Face Area / <i>Dimensión frontal</i>	ft ²	1.3	1.3
Row...Fin/in. / <i>Filas aletas</i>		2...16	2...16
REFRIGERANT / <i>Refrigerante</i>		R22	
AIR FLOW CONTROL / <i>Control de salida del aire</i>		Automatic Up-Down Swing Feature / <i>Automatico movimiento hacia arriba-abajo</i>	
FAN OPERATION / <i>Operación del ventilador</i>		Auto High-Medium-Low / <i>Auto alto-mediano-bajo</i>	
FAN TYPE / <i>Modelo de ventilador</i>		Random Pitch Large Diameter Cross Flow Fan <i>Largo diametro para un mejor flujo de aire</i>	
PIPING CONNECTIONS / <i>Conexiones de tubería</i>			
Suction / <i>Succión</i>	in.	3/8	3/8
Liquid / <i>Líquido</i>	in.	1/4	1/4
Drain (O.D.) / <i>Drenaje</i>	in.	1/2	1/2
CONTROLLER OPTION / <i>Opción para el regulador</i>		LCD Infra-red Remote / <i>Control infra-rojo LCD</i>	
AIR FILTERS / <i>Filtros de aire</i>		Washable Synthetic Netting / <i>Tela lavable de material sintética</i>	
DRAIN PAN / <i>Bandeja de drenaje</i>		Plastic, Completely Insulated with Drain Hose / <i>Plástico, completamente aislado con una manguera de desagüe</i>	



Large diameter random pitch cross flow fan
Largo diametro para un mejor flujo de aire



3 Minute Delay for Circuit Protection
Incluye tres minutos de retardo en el circuito para adiciones de protección



Powerful cooling & Heating
Intenso enfriamiento y calentamiento



Four way airflow distribution
El flujo es distribuidor en cuatro vías



Power Supply
220V-1ph-50/60Hz.
Suministro de energía 220V-1ph-50/60Hz.



Mild dehumidifying
Suave deshumedecedor (Reductor de humedad)



High Efficiency and Energy Saving
Alta seguridad en la eficiencia de energía



Detachable & Washable Front Grill & Filter
Rejilla y filtro Desmontable y lavables



LEGEND: cfm - Cubic Feet per Minute.

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications. Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit. Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: cfm - pie cúbico por minuto.

Notas: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I. Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior. Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.



PHW/PHWH

18,000 BTU/H

SPLIT TYPE HIGH WALL MOUNTED FAN COIL UNIT
WITH COOLING/HEATING

MODEL / Modelo PHW - Series G		018
NOMINAL COOLING CAPACITY <i>Capacidad nominal de enfriamiento</i>	Btu/h	18,000
INDOOR AIR VOLUME / <i>Volumen de aire interior</i>	cfm	424
NOISE LEVEL (HIGH SPEED) / <i>Niveles de ruido (Alta velocidad)</i>	dba	45
DIMENSION WxDxH <i>Dimensión ancho x profundidad x largo</i>	mm	905x235x285
NET WEIGHT / <i>Peso neto</i>	kg	13
POWER SUPPLY / <i>Suministro de energía</i>	V-Ph-Hz	220-1-50/60
EVAPORATOR COIL / <i>Serpentín evaporadora</i>	Grooved Copper Tube / Enhanced Aluminium Fin / <i>Tubo de cobre acanalado/aleta de aluminio realzado</i>	
Face Area / <i>Dimensión frontal</i>	ft ²	2.3
Row...Fin/in. / <i>Filas aletas</i>		2...19
REFRIGERANT / <i>Refrigerante</i>		R22
AIR FLOW CONTROL / <i>Control de salida del aire</i>	Automatic Up-Down Swing Feature / <i>Automatico movimiento hacia arriba-abajo</i>	
FAN OPERATION / <i>Operación del ventilador</i>	Auto High-Medium-Low / <i>Auto alto-mediano-bajo</i>	
FAN TYPE / <i>Modelo de ventilador</i>	Random Pitch Large Diameter Cross Flow Fan <i>Largo diametro para un mejor flujo de aire</i>	
PIPING CONNECTIONS / <i>Conexiones de tubería</i>		
Suction / <i>Succión</i>	in.	3/8
Liquid / <i>Líquido</i>	in.	1/4
Drain (O.D.) / <i>Drenaje</i>	in.	1/2
CONTROLLER OPTION / <i>Opción para el regulador</i>	LCD Infra-red Remote / <i>Control infra-rojo LCD</i>	
AIR FILTERS / <i>Filtros de aire</i>	Washable Synthetic Netting / <i>Tela lavable de material sintética</i>	
DRAIN PAN / <i>Bandeja de drenaje</i>	Plastic, Completely Insulated with Drain Hose / <i>Plástico, completamente aislado con una manguera de desagüe</i>	



Large diameter random pitch cross flow fan
Largo diametro para un mejor flujo de aire



3 Minute Delay for Circuit Protection
Incluye tres minutos de retardo en el circuito para adiciones de protección



Powerful cooling & Heating
Intenso enfriamiento y calentamiento



Four way airflow distribution
El flujo es distribuidor en cuatro vías



Power Supply
220V-1ph-50/60Hz.
Suministro de energía 220V-1ph-50/60Hz.



Mild dehumidifying
Suave deshumedecedor (Reductor de humedad)



High Efficiency and Energy Saving
Alta seguridad en la eficiencia de energía



Detachable & Washable Front Grill & Filter
Rejilla y filtro Desmontable y lavables



LEGEND: cfm - Cubic Feet per Minute.

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications. Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit. Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: cfm - pie cúbico por minuto.

Notas: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I. Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior. Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.



PHW/PHWH

24,000 BTU/H
SPLIT TYPE HIGH WALL MOUNTED FAN COIL UNIT
WITH COOLING/HEATING

MODEL / <i>Modelo</i> PHW - Series G		024
NOMINAL COOLING CAPACITY <i>Capacidad nominal de enfriamiento</i>	Btu/h	24,000
INDOOR AIR VOLUME / <i>Volumen de aire interior</i>	cfm	706
NOISE LEVEL (HIGH SPEED) / <i>Niveles de ruido (Alta velocidad)</i>	dba	48
DIMENSION WxDxH <i>Dimensión ancho x profundidad x largo</i>	mm	1150x197x330
NET WEIGHT / <i>Peso neto</i>	kg	17
POWER SUPPLY / <i>Suministro de energia</i>	V-Ph-Hz	220-1-50/60
EVAPORATOR COIL / <i>Serpentin evaporadora</i>	Grooved Copper Tube / Enhanced Aluminium Fin / <i>Tubo de cobre acanalado/aleta de aluminio realzado</i>	
Face Area / <i>Dimension frontal</i>	ft ²	3.3
Row...Fin/in. / <i>Filas aletas</i>		2...19
REFRIGERANT / <i>Refrigerante</i>		R22
AIR FLOW CONTROL / <i>Control de salida del aire</i>	Automatic Up-Down Swing Feature / <i>Automatico movimiento hacia arriba-abajo</i>	
FAN OPERATION / <i>Operacion del ventilador</i>	Auto High-Medium-Low / <i>Auto alto-mediano-bajo</i>	
FAN TYPE / <i>Modelo de ventilador</i>	Random Pitch Large Diameter Cross Flow Fan <i>Largo diametro para un mejor flujo de aire</i>	
PIPING CONNECTIONS / <i>Conexiones de tuberia</i>		
Suction / <i>Succion</i>	in.	5/8
Liquid / <i>Liquido</i>	in.	3/8
Drain (O.D.) / <i>Drenaje</i>	in.	5/8
CONTROLLER OPTION / <i>Opcion para el regulador</i>	LCD Infra-red Remote / <i>Control infra-rojo LCD</i>	
AIR FILTERS / <i>Filtros de aire</i>	Washable Synthetic Netting / <i>Tela lavable de material sintetica</i>	
DRAIN PAN / <i>Bandeja de drenaje</i>	Plastic, Completely Insulated with Drain Hose / <i>Plastico, completamente aislado con una manguera de desagüe</i>	



FM41180



Large diameter random pitch cross flow fan
Largo diametro para un mejor flujo de aire



3 Minute Delay for Circuit Protection
Incluye tres minutos de retardo en el circuito para adiciones de protección



Powerful cooling & Heating
Intenso enfriamiento y calentamiento



Four way airflow distribution
El flujo es distribuidor en cuatros vias



Power Supply
220V-1ph-50/60Hz.
Suministro de energia 220V-1ph-50/60Hz.



Mild dehumidifying
Suave deshumedecedor (Reductor de humedad)



High Efficiency and Energy Saving
Alta seguridad en la eficiencia de energia



Detachable & Washable Front Grill & Filter
Rejilla y filtro Desmontable y lavables



LEGEND: cfm - Cubic Feet per Minute.

NOTES: Units are rated in accordance with A.R.I. specifications. Cooling standard: 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) indoor air temperature and 95°F db (dry bulb) air entering outdoor unit. Heating standard: 70°F db (dry bulb) indoor air temperature and 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) air entering outdoor unit.

Inscripción: cfm - pie cúbico por minuto.

Notas: Unidades certificadas de acuerdo con las especificaciones A.R.I. Standard de Refrigeración 80°F db (dry bulb), 67°F wb (wet bulb) temperatura de aire interior y 95°F db (dry bulb) aire de entrada unidad exterior. Standard de Calefacción 70°F db (dry bulb), temperatura de aire interior y 45°F db (dry bulb), 43°F wb (wet bulb) aire de entrada unidad exterior.

MANUFACTURER RESERVES THE RIGHT TO ALTER SPECIFICATIONS WITHOUT PRIOR NOTICE DUE TO ONGOING RESEARCH AND DEVELOPMENT
El fabricante se reserva el derecho de modificar las especificaciones sin previo aviso, debido a la constante investigación y desarrollo de los productos.

FEATURES

- 0...3 to 0...500 psi and -15...15 to -15...100 psi
- Calibrated and temperature compensated
- Rugged stainless steel isolated package
- Small size
- Absolute and gage pressures
- Reliable semiconductor technology

APPLICATIONS

- Industrial controls

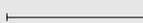
GENERAL DESCRIPTION

The stainless steel 19C series devices were developed for pressure applications that involve measurement of hostile media in harsh environments. These sensors will accommodate any media that does not adversely affect 316 stainless steel.

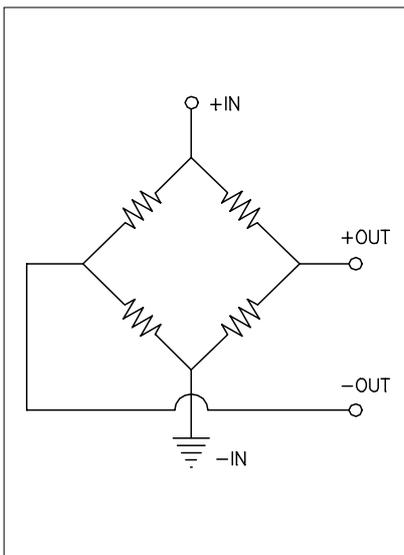
These 19 mm sensors are available for use with either a constant voltage or current source. They feature a variety of pressure connections to allow use in a wide range of OEM equipment.

The 19C series devices are rugged and reliable transducers for use in a wide variety of pressure sensing applications where corrosive liquids or gases are monitored.

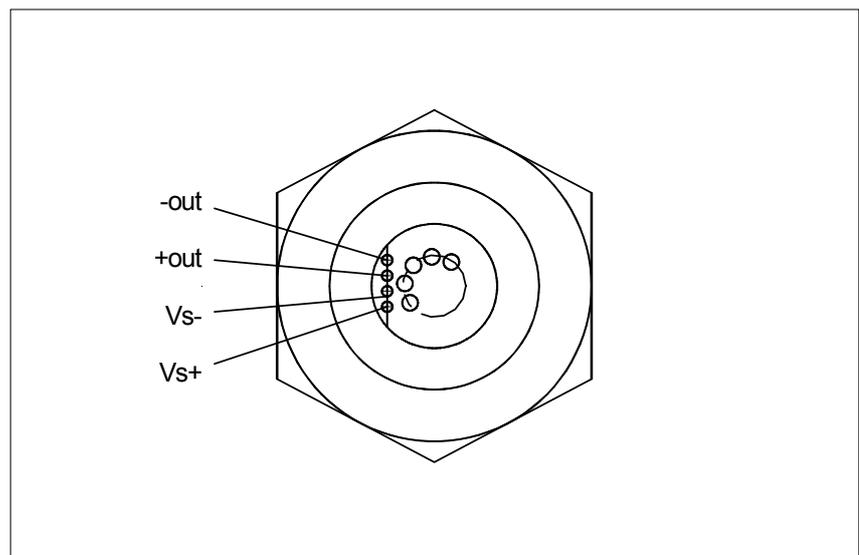


Scale:  1 cm
 1 inch

EQUIVALENT CIRCUIT



ELECTRICAL CONNECTION



PRESSURE SENSOR CHARACTERISTICS (all devices)

Environmental specifications

Temperature ranges:	
Compensated	0 to +82°C
Operating	-40 to +125°C
Storage	-40 to +125°C
Vibration:	10 g at 20 - 2000 Hz
Shock:	100 g for 11 msec
Life:	1 million cycles minimum
Insulation resistance (min.):	100 MΩ at 50 V _{DC}

Maximum ratings

Voltage version „K“: Supply voltage V _S	+15 V _{DC}
Current version „L“: Supply current I _S	+2.0 mA

PRESSURE RANGE SPECIFICATIONS

SenSym part number	Pressure range	Proof pressure ⁷	Burst pressure ⁸
19C003PG...	0 - 3 psig	9 psig	15 psig
19C005PG...	0 - 5 psig	15 psig	25 psig
19C010PG...	0 - 10 psig	30 psig	45 psig
19C015P(A,G)...	0 - 15 psi	45 psi	75 psig
19C015PV...	-15 to 15 psig	45 psig	75 psig
19C030P(A,G)...	0 - 30 psi	90 psi	150 psi
19C030PV...	-15 to 30 psig	90 psig	150 psig
19C050P(A,G)...	0 - 50 psi	150 psi	250 psi
19C100P(A,G)...	0 - 100 psi	300 psi	300 psi
19C100PV...	-15 to 100 psig	300 psig	300 psig
19C200P(A,G)...	0 - 200 psi	600 psi	1000 psi
19C300P(A,G)...	0 - 300 psi	900 psi	1500 psi
19C500P(A,G)...	0 - 500 psi	1200 psi	2400 psi

PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹

Characteristics		Min.	Typ.	Max.	Units
Zero pressure offset		-2	0	2	mV
Full scale span ²	19C003...K, 19C005...K only All others	48 98	50 100	52 102	
Non-linearity ³		---	±0.1	±0.25	%FSO
Pressure hysteresis ³		---	±0.015	±0.030	
Thermal effects ⁴	Offset	---	±0.5	±1.0	
	Span	---	±0.5	±1.0	
Thermal effects (19C003..., 19C005... only) ⁴	Offset	---	---	±2.0	
	Span	---	---	±2.0	
Thermal hysteresis (0 to 82°C)		---	±0.1	±0.3	
Repeatability		---	±0.010	±0.030	
Long term stability of offset and span ⁵		---	±0.1	±0.3	
Response time (10 to 90 %)		---	0.1	---	ms
Input impedance	Current version "L"	2.0	4.5	8.0	kΩ
	Voltage version "K"	8.0	25	50	
Output impedance		3.0	4.5	6.0	
Common mode voltage ⁹	Voltage version "K" only	0.5	1.3	2.0	V

Specification notes:

1. Reference conditions (unless otherwise noted): supply voltage, $V_s = 10 V_{DC} \pm 0.01 V_{DC}$ („K“-devices) or $I_s = 1.5 \text{ mA} \pm 0.015 \text{ mA}$ („L“-devices); $t_{amb} = 25^\circ\text{C}$.
2. Span is the algebraic difference between the output voltage at full scale pressure and the output at zero pressure. Full scale span is ratiometric to the supply voltage.
3. Linearity is based on **Best fit Straight Line** from the zero to the full scale pressure. Hysteresis is the maximum output difference at any point within the operating pressure range for increasing and decreasing pressure.
4. Maximum error band of the offset voltage or span over the compensated temperature range, relative to the 25°C reading.
5. Long term stability over a six month period.
6. Response time for a step change from the zero pressure to the full scale pressure .
7. The maximum pressure that can be applied without changing the transducer's performance or accuracy.
8. The maximum pressure that can be applied to a transducer without rupture of either the sensing element or transducer case.
9. Common mode voltage as measured from output to ground.

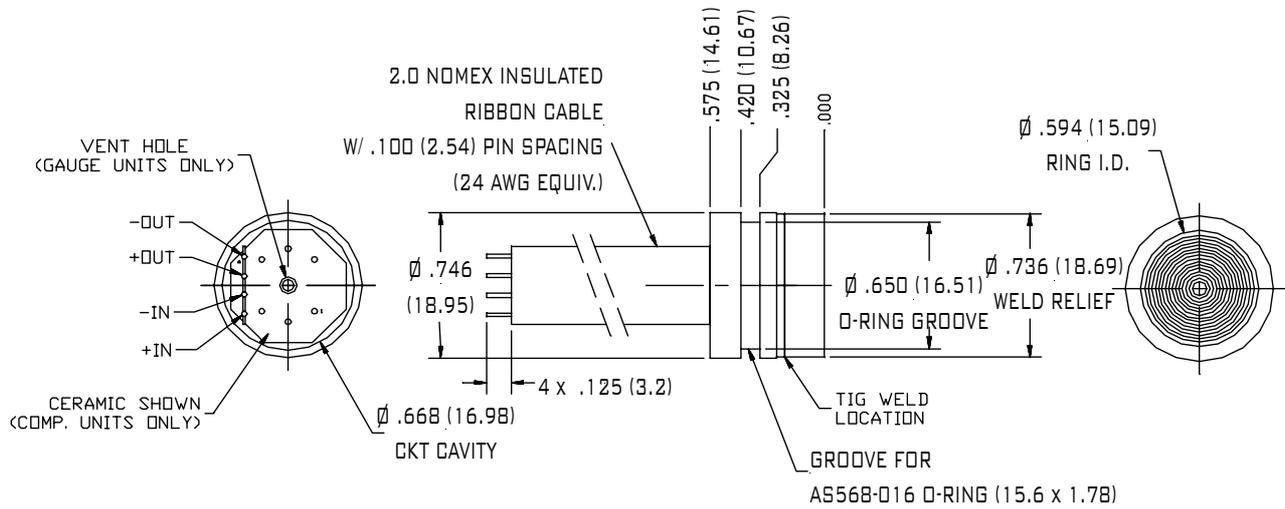
19C...K/L Series



Temp. compensated and calibrated stainless steel pressure sensor

PHYSICAL DIMENSIONS

Cell package (1)



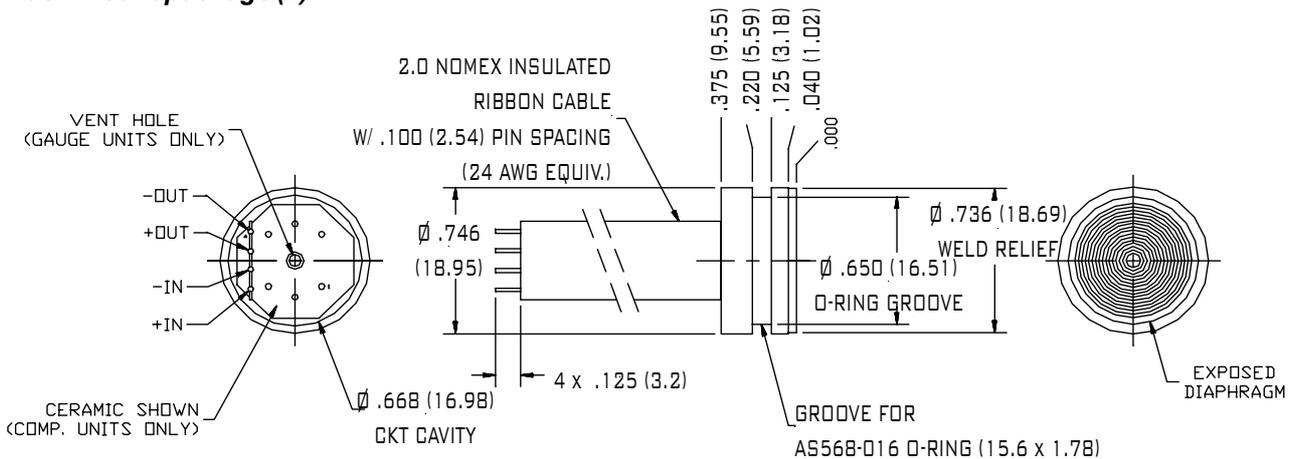
mass: 20 g

Do not touch the diaphragm!

dimensions in inches (mm)

Note: Non-concentricity effects at the diaphragm weld area may cause run out of up to ± 0.006 " between the upper and lower portions of the sensor body (it is recommended to use a counter bore in the mating bore used with this device to allow for this non-concentricity).

Flush mount package (2)



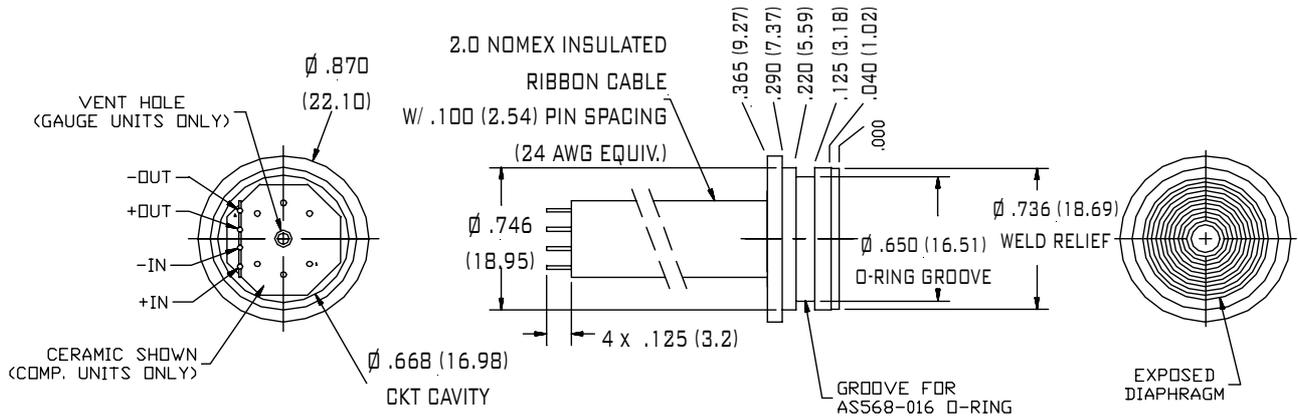
mass: 18 g

Do not touch the diaphragm!

dimensions in inches (mm)

PHYSICAL DIMENSIONS (cont.)

Flush mount with flange package (3)

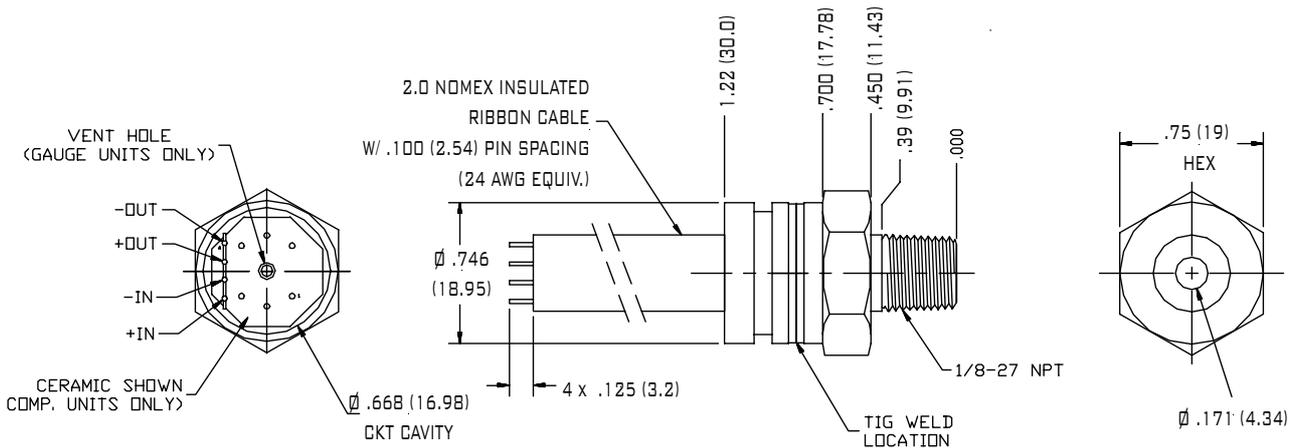


Do not touch the diaphragm!

mass: 19 g

dimensions in inches (mm)

Male 1/8-27 NPT package (4)



mass: 47 g

dimensions in inches (mm)

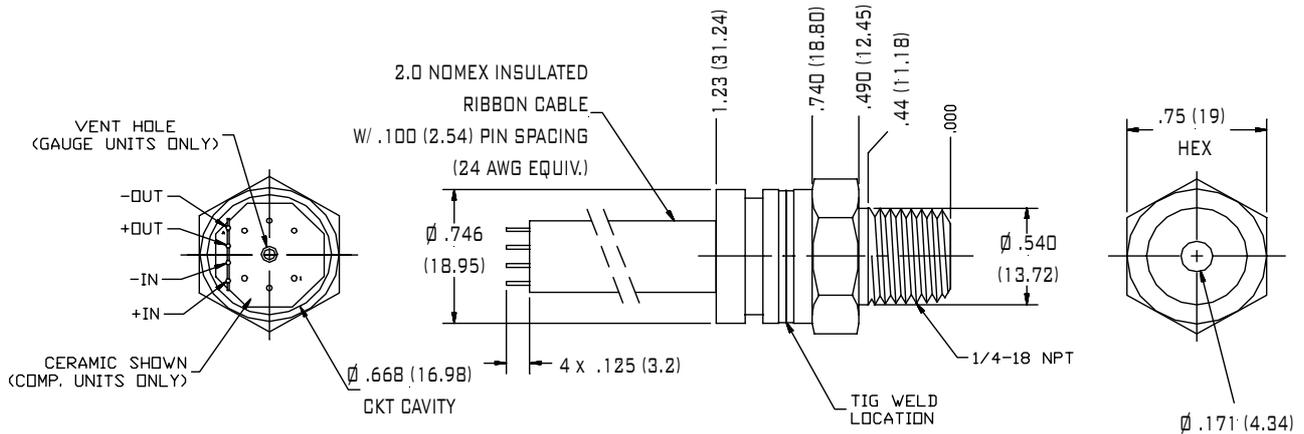
19C...K/L Series



Temp. compensated and calibrated stainless steel pressure sensor

PHYSICAL DIMENSIONS (cont.)

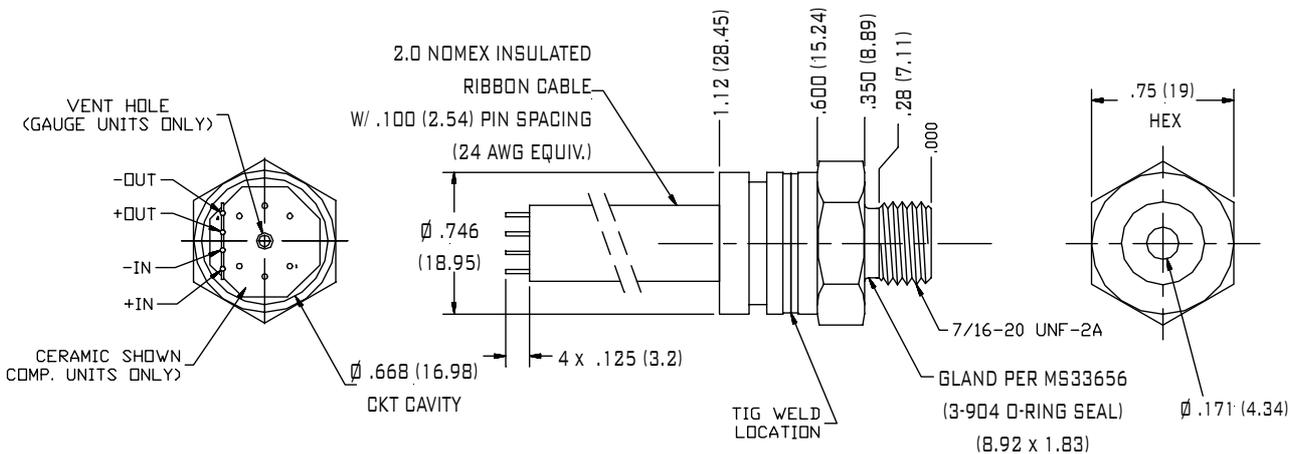
Male 1/4-18" NPT package (5)



mass: 47 g

dimensions in inches (mm)

Male 7/16 UNF package (6)

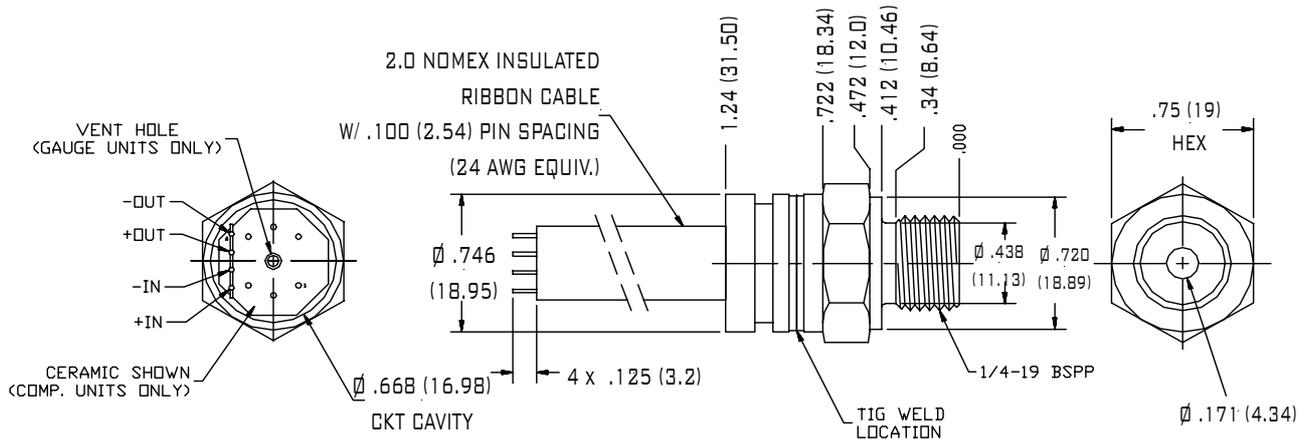


mass: 47 g

dimensions in inches (mm)

PHYSICAL DIMENSIONS (cont.)

Male 1/4 BSP package (7)



mass: 52 g

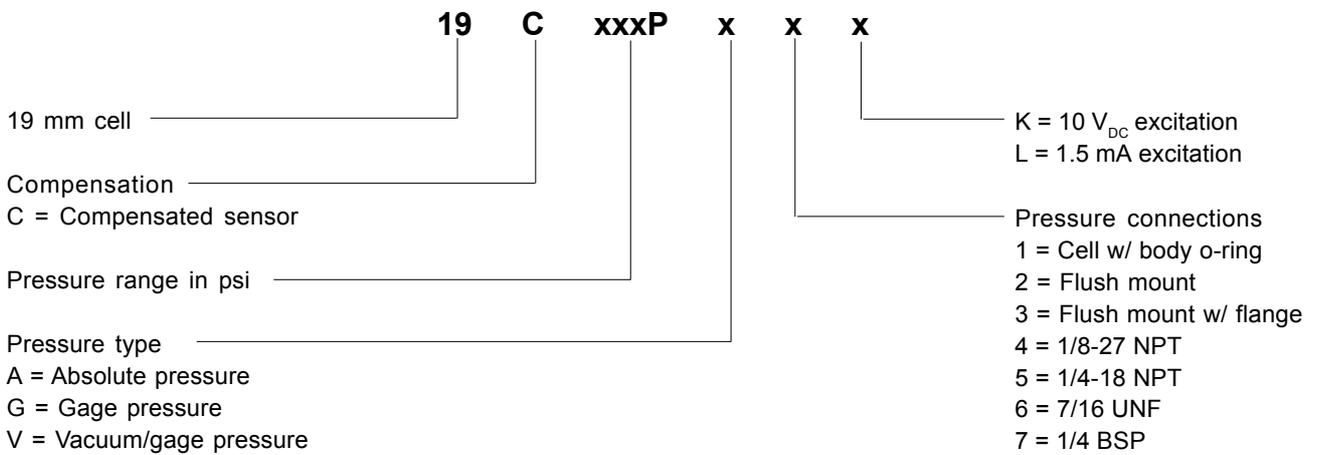
dimensions in inches (mm)

19C...K/L Series



Temp. compensated and calibrated stainless steel pressure sensor

ORDERING INFORMATION - Part number description



For example: part no. **19C100PA4K** = 19 mm cell, compensated, 100 psi, absolute, 1/8NPT port, with 10 V_{DC} excitation

SenSym and Sensortechinics reserve the right to make changes to any products herein. SenSym and Sensortechinics do not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein, neither do they convey any license under their patent rights nor the rights of others.



Filtros secadores y Visores de líquido

Indice	Página
Función	3
Selección del filtro secador	4
Localización en el sistema de refrigeración	4
Instalación	6
Soldadura	7
Funcionamiento	8
Cambia el filtro secador cuando	8
DCR	9
Juntas y arandelas.....	9
Montaje de juntas.....	9
Desecho	10
Cambio del filtro secador	10
Filtros especiales de Danfoss	10
Filtros combinados, tipo DCC/DMC	10
Filtro antiácidos, tipo 48-DA	11
Aplicaciones especiales	11
Filtros secadores DCL/DML	11
Dimensionamiento.....	12
EPD (Punto de equilibrio de secado)	12
Capacidad de secado (capacidad de absorción de agua)	13
Capacidad de líquido (ARI 710*)	13
Capacidad recomendada del sistema	13
Localización y reparación de averías.....	14
Gama de filtros secadores Danfoss	15

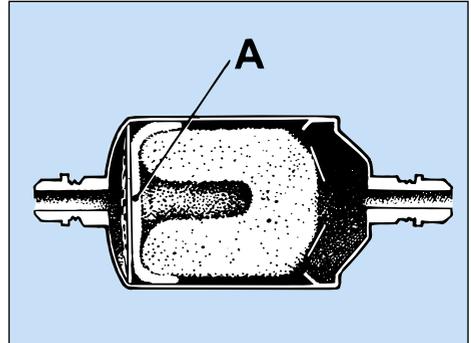
Función

Para asegurar un funcionamiento óptimo, el interior del sistema de refrigeración deberá estar limpio y seco. Antes de poner en marcha el sistema, deberá eliminarse la humedad por vacío a una presión absoluta de 0.05 mbar.

Durante el funcionamiento, es preciso recoger y eliminar suciedad y humedad.

Para ello se utiliza un filtro secador que contiene un núcleo sólido formado por:

- Molecular sieves (támiz molecular)
- Gel de sílice
- Alúmina activada y una malla de poliéster (A) insertada en la salida del filtro.

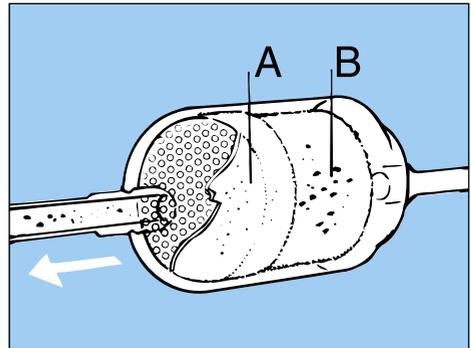


Ah0_0001

El núcleo sólido es comparable a una esponja, capaz de absorber agua y retenerla.

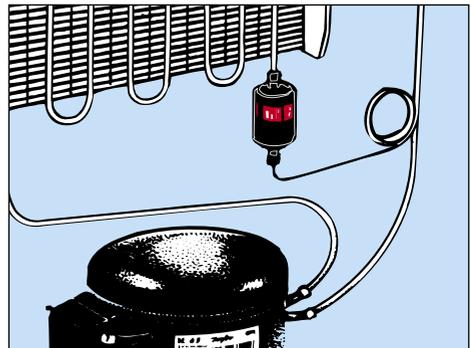
El tímiz molecular y el gel de sílice retienen el agua, mientras que la alúmina activada retiene el agua y los ácidos. El núcleo sólido (B), junto con la malla de poliéster (A), actúa asimismo como filtro contra la suciedad. El núcleo sólido retiene las partículas de suciedad grandes, mientras que la malla de poliéster atrapa las partículas pequeñas.

El filtro secador es, por lo tanto, capaz de interceptar todas las partículas de suciedad de un tamaño superior a 25 micras.



Ah0_0011

Los tipos DCL/DML 032s, DCL/DML 032.5s y DCL/DML 033s se fabrican especialmente para sistemas de tubos capilares y se utilizan por tanto en sistemas de refrigeración en los que la expansión se produce a través de un tubo capilar.



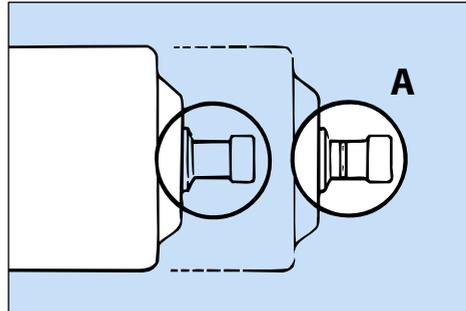
Ah0_0017

Selección del filtro secador

El filtro secador debe seleccionarse de forma que se adapte a las conexiones y a la capacidad del sistema de refrigeración.

Si se precisa un filtro con conexiones para soldar, se recomienda la utilización de los filtros secadores Danfoss tipos DCL/DML. Cuentan con una capacidad de secado muy elevada que prolonga el intervalo entre los cambios de filtro.

Un anillo situado en el conector (A) indica que el tamaño se especifica en mm, si carece de anillo, el tamaño se especifica en pulgadas. El tipo DCL se puede utilizar con refrigerantes CFC/HCFC mientras que el tipo DML se utiliza para refrigerantes HFC.

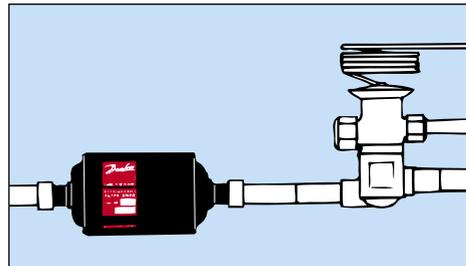


Ah0_0018

Localización en el sistema

El filtro secador se instala normalmente en la línea de líquido, donde su función principal consiste en proteger la válvula de expansión.

La velocidad del refrigerante en la línea es baja, y por ello el contacto entre el refrigerante y el núcleo sólido del filtro secador es bueno. A la vez que la pérdida de carga a través del filtro secador es baja.



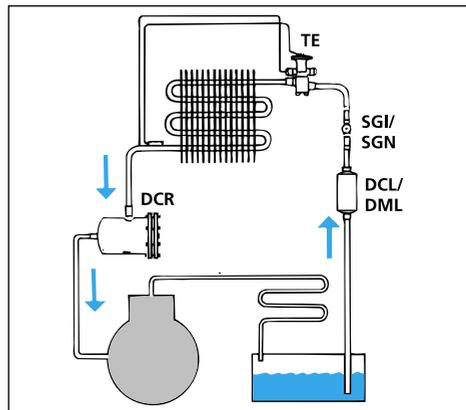
Ah0_0019

También se puede instalar un filtro secador en la tubería de aspiración para proteger el compresor contra suciedad y secar el refrigerante.

Los filtros de aspiración, también llamados filtros antiácidos, se utilizan para eliminar los ácidos tras producirse un daño en el motor. Para asegurar una reducida pérdida de carga, el filtro de aspiración debe ser mayor que el filtro de la línea de líquido.

Se debe cambiar el filtro de aspiración antes de que la pérdida de carga supere los siguientes valores:

Sistemas de A/A:	0.50 bar
Sistemas de refriger.:	0.25 bar
Sistemas de congel.:	0.15 bar



Ah0_0020

Detrás del filtro secador, se debe instalar un visor de líquido con un indicador de humedad.

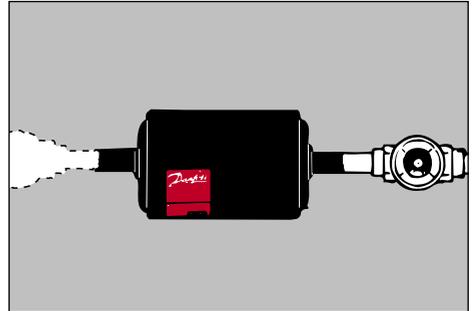
La indicación del visor significa:

Verde: No existe humedad "peligrosa" en el refrigerante.

Amarillo: Contenido de humedad en el refrigerante demasiado elevado, delante de la válvula de expansión.

Burbujas:

- 1) La pérdida de carga a través del filtro secador es demasiado elevada.
- 2) No hay subenfriamiento
- 3) Falta de refrigerante en todo el sistema



Ah0_0032

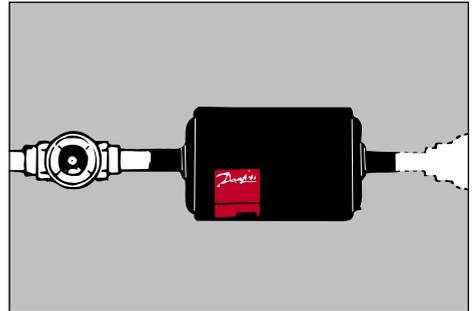
Si el visor de líquido se instala delante del filtro secador, la indicación será la siguiente:

Verde: No existe humedad "peligrosa" en el refrigerante.

Amarillo: Contenido de humedad en el refrigerante demasiado elevado en todo el sistema.

Burbujas:

- 1) No hay subenfriamiento
- 2) Falta de refrigerante en todo el sistema

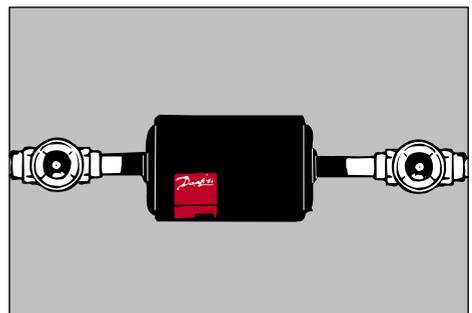


Ah0_0031

Por tanto, si se precisa una indicación tanto del contenido total de humedad en el sistema de refrigeración, como del estado del refrigerante por delante de la válvula de expansión, se deberá instalar un visor de líquido a ambos lados del filtro secador.

El punto de cambio de verde a amarillo en el visor de líquido es determinado en función de la hidrosolubilidad del refrigerante.

El indicador muestra el color amarillo antes de que se produzca el riesgo de congelación del agua en la válvula de expansión.



Ah0_0030

¡Nota!

No añada refrigerante simplemente porque aparezcan burbujas en el visor de líquido. Antes deberá determinar la causa de las burbujas!



Ah0_0006

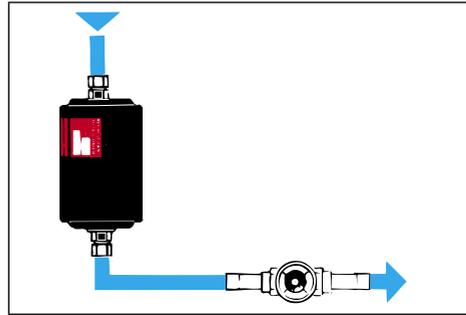
Instalación

El filtro secador se debe instalar con el caudal en la dirección indicada por la flecha que aparece en la etiqueta.

El filtro secador puede instalarse en cualquier sentido, pero hay que tener en cuenta las siguientes observaciones:

El montaje vertical con un caudal descendente se traduce en una rápida evacuación/vaciado del sistema de refrigeración.

Con un montaje vertical y un caudal ascendente, la evacuación/vaciado será más lenta, ya que el refrigerante debe evaporarse a través del filtro secador.

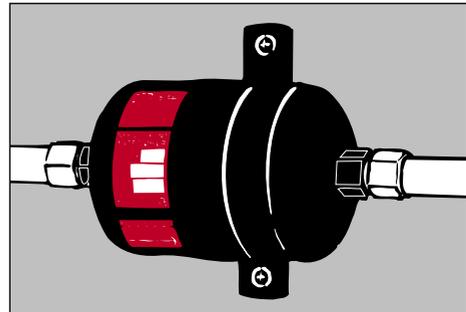


Ah0_0022

El núcleo sólido está firmemente ajustado en la carcasa del filtro. Los filtros secadores Danfoss son capaces de resistir una vibración de hasta 10 g*).

Determine si la tubería soportará el filtro secador y tolerará la vibración. Si no es así, el filtro secador deberá instalarse mediante una abrazadera u otro método similar, y asegurarse a una parte rígida del sistema.

*) 10 g = diez veces la fuerza de gravedad de la tierra.

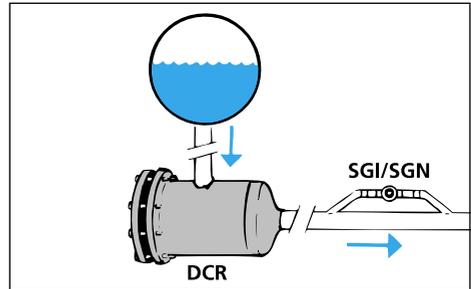


Ah0_0028

DCR: Instalar con el conector de entrada mirando hacia arriba en posición horizontal.

De esta manera se evita que la suciedad penetre en la tubería cuando se cambie el núcleo.

Al instalar un DCR nuevo, hay que recordar que siempre debe haber suficiente espacio para cambiar el núcleo.

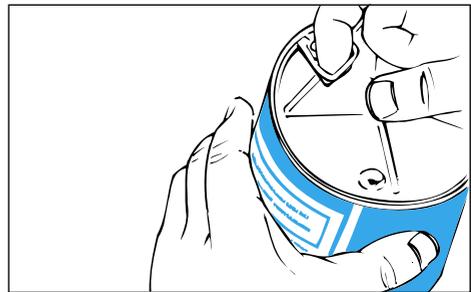


Ah0_0002

No extraiga los filtros secadores o núcleos de sus cajas hasta que vaya a instalarlos, con el fin de protegerlos contra posibles daños.

No existe vacío ni sobrepresión en el interior de los filtros y los botes.

Las tuercas de unión de plástico, las latas y el cierre hermético garantizan la perfecta conservación de los materiales desecantes.

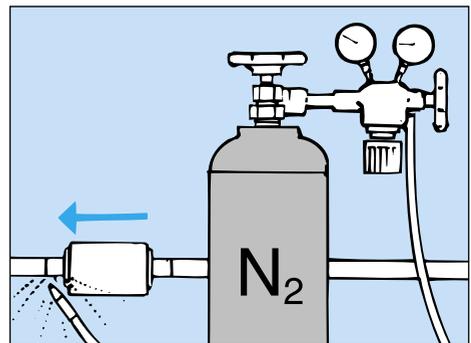


Ah0_0003

Soldadura

Para soldar el filtro secador, deberá utilizarse un gas protector, como por ej. N₂.

Asegure que el gas protector fluya en la dirección del caudal del filtro. De esta manera se evitará que el calor de la soldadura dañe la malla de poliéster.



Ah0_0004



El procedimiento de soldadura puede desprender gases tóxicos. Lea las instrucciones del proveedor y observe los avisos de seguridad. Mantenga la cabeza alejada de los gases mientras realice la soldadura.

El procedimiento de soldadura puede desprender gases tóxicos. Lea las instrucciones del proveedor y observe los avisos de seguridad. Mantenga la cabeza alejada de los gases mientras realice la soldadura.

Funcionamiento

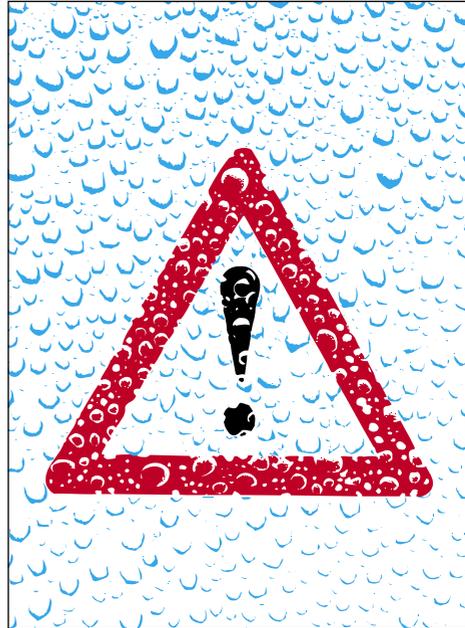
Penetra humedad en el sistema:

- 1) Durante la fabricación/instalación del sistema.
- 2) Al abrir el sistema para realizar un servicio de mantenimiento.
- 3) Si se produce una fuga en el lado de absorción, si se encuentra al vacío.
- 4) Cuando se llena el sistema con aceite o refrigerante que contiene humedad.
- 5) Si se produce una fuga en un condensador refrigerado por agua.

Humedad en el sistema de refrigeración, puede provocar:

- a) Obstrucción del dispositivo de expansión debido a la formación de hielo.
- b) Corrosión de las piezas metálicas.
- c) Daños químicos en el aislamiento de compresores herméticos y semiherméticos.
- d) Descomposición del aceite (formación de ácidos).

El filtro secador elimina la humedad que permanece tras la evacuación, o que penetra posteriormente



Ah0_0005



¡Atención!

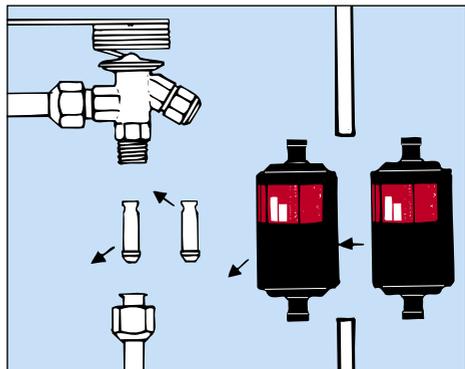
No utilice nunca "líquidos anticongelantes" como metanol junto con un filtro secador, ya que puede

dañarse el filtro hasta el punto de ser incapaz de absorber el agua y los ácidos.

Cambie el filtro secador cuando

- El visor de líquido indique que el contenido de humedad es demasiado elevado (amarillo).
- La pérdida de carga a través del filtro sea demasiado elevada (burbujas en el visor durante un funcionamiento normal).
- Se haya cambiado un componente principal del sistema, p.ej. el compresor.
- Cada vez que se abra el sistema, p.ej. si se cambia el conjunto de orificio de una válvula de expansión.

No utilice nunca un filtro secador usado, ya que soltará humedad si se utiliza en un sistema con un bajo contenido de humedad, o si se calienta.



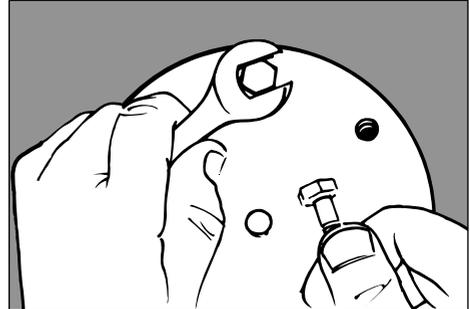
Ah0_0008

DCR

Observe que puede existir una sobrepresión en el filtro. Por tanto, tenga cuidado al abrirlo.

No vuelva a utilizar la junta de bridas del filtro DCR.

Encaje una junta nueva y aplíquelo un poco de aceite para maquinaria de refrigeración antes de apretarla.



Ah0_0009

Juntas y arandelas

- Útilice sólomente juntas que no estén dañadas.
- Las superficies de las bridas destinadas a formar el sellado, no deberán presentar daños y deben estar limpias y secas antes del montaje.
- No utilice siliconas, antioxidantes, o compuestos químicos similares durante el montaje o desmontaje.
- Utilice una cantidad de aceite suficiente para la lubricación de pernos y tornillos durante el montaje.
- No utilice tornillos secos, oxidados o defectuosos de cualquier otra manera, ya que esto puede proporcionar un apriete incorrecto, lo cual puede originar fugas en las juntas de las bridas.

Montaje de juntas:

1. Humedezca la superficie de las juntas con una gota de aceite de refrigerante .
2. Coloque la junta en su sitio.
3. Monte los tornillos y apriete suavemente hasta que todos los tornillos hagan un buen contacto.
4. Apriete los tornillos con dos llaves.

Apriete los tornillos en al menos 3-4 pasos, por ejemplo de la siguiente manera:

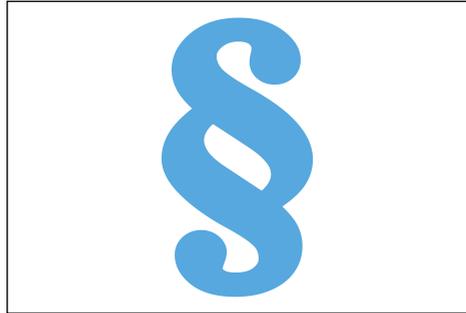
- Paso 1: a apróx. 10% del par requerido.
 Paso 2: a apróx. 30% del par requerido.
 Paso 3: a apróx. 60% del par requerido.
 Paso 4: al 100% del par requerido.

Finalmente, compruebe que el par es correcto, en el mismo orden utilizado para el apriete.

Desechos

Cierre siempre herméticamente los filtros secadores usados, ya que éstos contienen siempre pequeñas cantidades de refrigerante y residuos de aceite.

Observe la normativa vigente cuando deseche filtros secadores usados.

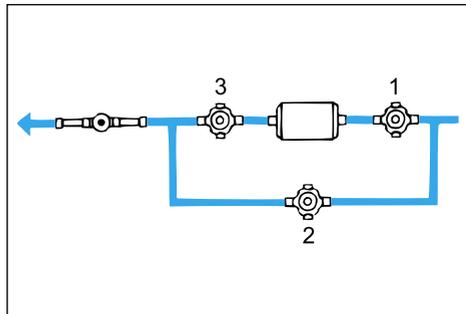


Ah0_0023

Cambio de un filtro secador

- Cierre la válvula nº 1.
 - Vacíe el filtro mediante aspiración.
 - Cierre la válvula nº 3.
 - Abra la válvula nº 2.
- El sistema empezará a funcionar, bypaseando el filtro.

- Cambie el filtro o el núcleo del filtro.
- Vuelva a poner en marcha el sistema abriendo/cerrando las válvulas en orden inverso.
- Retire las palancas/volantes de las válvulas.



Ah0_0014

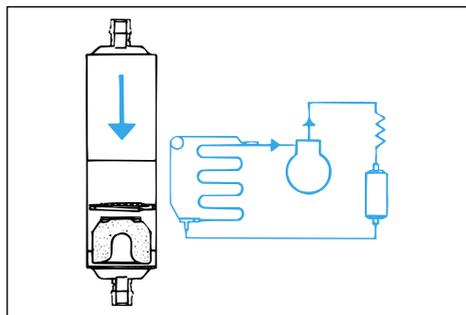
Filtros especiales de Danfoss

Filtros secadores combi, tipos DCC y DMC

Estos filtros que son una combinación de filtro secador y recipiente, se utilizan en sistemas más pequeños provistos de válvula de expansión en los que el condensador no puede contener todo el refrigerante.

El recipiente aumenta el subenfriamiento del líquido y crea la posibilidad de un desescarche automático durante las paradas. El recipiente absorbe un volumen variable de refrigerante (de una temp.de condens.variable) y debe ser capaz de contener todo el refrigerante durante el mantenimiento.

Por razones de seguridad, el volúmen del recipiente debe ser al menos un 15% mayor que el volúmen del refrigerante.



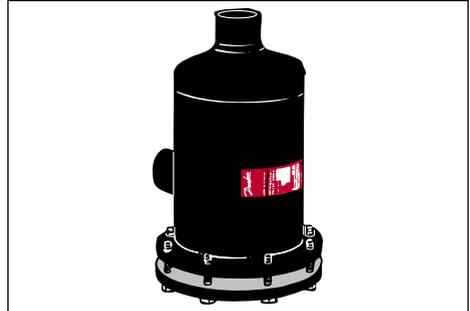
Ah0_0012

Núcleo de fi ltro antiácidos, 48-DA

El núcleo, tipo 48-DA, se utiliza para la adsorción de ácidos después de quemarse un compresor hermético o semihermético.

El daño que da lugar a la formación de ácido se manifiesta por el olor del aceite y quizás por su decoloración. Los daños pueden ser causados por:

- humedad, suciedad o aire
- un motor de arranque defectuoso
- fallo de refrigeración, debido a una carga demasiado pequeña de refrigerante.
- Temp. de gas caliente superior a 175°C

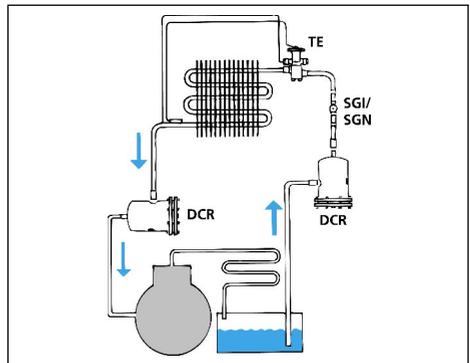


Ah0_0013

Tras cambiar el compresor y limpiar el resto del sistema, se instalan dos fi ltros antiácido, uno en la línea de líquido y otro en la tubería de aspiración.

Con ésto, se comprueba periódicamente el contenido de ácido y, de ser necesario, se cambian los fi ltros.

Cuando una comprobación del aceite muestre que el sistema ya no contiene ácidos, se puede sustituir el fi ltro antiácidos por un fi ltro secador normal, retirándose el núcleo del fi ltro antiácidos de la tubería de aspiración.



Ah0_0010

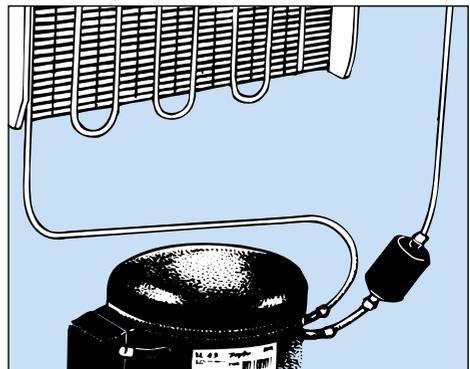
Aplicaciones especiales

Filtros secadores DCL/DML

Cuando se reparan pequeños frigoríficos o congeladores, se puede ahorrar tiempo y dinero instalando un fi ltro secador DCL/DML en la tubería de aspiración.

La ventaja queda manifestada si se compara el método habitual de reparación de un compresor defectuoso con un método que aprovecha las óptimas propiedades de los fi ltros DCL/DML en cuanto a la retención de humedad, ácidos y suciedad.

NOTA: El „método DCL/DML “ sólo se puede utilizar cuando el aceite no presente decoloración y cuando el fi ltro no está obstruido a la entrada del capilar.



Ah0_0015

Las ventajas que aporta la instalación de un filtro DCL/DML en la tubería de aspiración son las siguientes:

1. Reparación más rápida.
2. Mayor capacidad de secado y de eliminación de ácidos.
3. Protección del compresor contra impurezas de todo tipo.
4. Mayor calidad de reparación.
5. Entorno de trabajo más limpio.

El filtro DCL/DML absorberá los ácidos y la humedad contenidos en el aceite usado y por lo tanto, no es necesario eliminar el aceite restante del sistema de refrigeración.

Procedimiento con un filtro de tubo de cobre	Procedimiento con un filtro secador DCL/DML
Recuperar el refrigerante y determinar si se puede volver a usar.	Recuperar el refrigerante y determinar si se puede volver a usar.
Desmontar el compresor + el filtro	Desmontar el compresor
Eliminar los residuos de aceite del sistema	Nada
Dry system with nitrogen	Nada
Secar el sistema con nitrógeno seco	Connect new compressor and fit DCL/DML filter in suction line
Hacer vacío y cargar el refrigerante	Hacer vacío y cargar el refrigerante

Un filtro DCL/DML instalado en la tubería de aspiración retiene las impurezas del condensador, el evaporador, la tubería, etc., prolongando la vida útil del nuevo compresor.

Se pueden utilizar filtros DCL/ DML con las mismas conexiones que las del compresor. También se recomienda la gama de compresores Danfoss.

Ejemplo:

Tipo de compresor	Tub. de asp. [mm]	Tipo de filtro
TL	Ø6.2	DCL/DML 032s
NL 6-7	Ø6.2	DCL/DML 032s

Dimensionamiento

Al seleccionar un filtro secador de un catálogo, existe una serie de conceptos que pueden influir sobre la selección.

EPD (Punto de Equilibrio del Secador) Equilibrium Point Dryness

Define el mínimo contenido posible de agua de un refrigerante en su fase líquida después de haber entrado en contacto con un filtro secador.

EPD para R 22 = 60 ppmW *)

EPD para R 134a = 75 ppmW *)

EPD para R 404A = 30 ppmW *)

Estipulado según la norma ARI 710, en ppmW ($\text{mg}_{\text{agua}}/\text{kg}_{\text{refrigerante}}$)

*) ARI: Air-conditioning and Refrigeration Institute, Virginia, USA



Ah0_0025

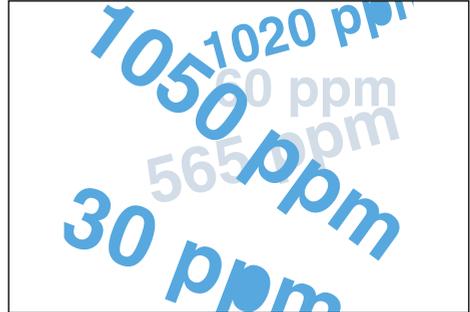
Capacidad de secado (cap. de agua)

Es la cantidad de agua que el filtro secador es capaz de absorber a 24°C y con una temp. de líquido de 52°C según estipulado por la norma ARI 710*.

La capacidad de agua, se expresa en g.de agua, gotas de agua o en kg. de refrigerante al secarse.

R 22: 1050 ppmW a 60 ppmW
 R 134a: 1050 ppmW a 75 ppmW
 R 404A: 1020 ppmW a 30 ppmW

1000 ppmW = 1 g de agua por 1 kg de refrigerante
 1 g de agua = 20 gotas de agua.



Ah0_0016

Capacidad de líquido (ARI 710*)

Expresa la cantidad de líquido capaz de fluir a través de un filtro con un caída de presión de 0.07 bar a $t_c = +30^\circ\text{C}$, $t_e = -15^\circ\text{C}$.

La capacidad de líquido se expresa en l/min ó en kW.

Conversión de kW a litros/minuto:

R 22 1kW = 0.32 l/min
 R 134a 1kW = 0.35 l/min
 R 404A 1kW = 0.52 l/min

*) ARI: Air-conditioning and Refrigeration Institute, Virginia, USA



Ah0_0024

Capacidad recomendada para el sistema

Expresada en kW para distintos tipos de sistemas de refrigeración, en función de una capacidad de líquido de $\Delta p = 0.14$ bar y en condiciones de funcionamiento normales.

Condiciones de funcionamiento:

Sistemas de refriger. y congelado	$t_e = -15^\circ\text{C}$, $t_c = +30^\circ\text{C}$
Sistemas de A/A	$t_e = -5^\circ\text{C}$, $t_c = +45^\circ\text{C}$
Unidades de A/A	$t_e = +5^\circ\text{C}$, $t_c = +45^\circ\text{C}$

t_e = temperatura de evaporación

t_c = temperatura de condensación


¡Atención!

Teniendo la misma capacidad de sistema en kW en unidades de A/A y en sistemas de refrigeración/ congelación, las unidades de aire acondicionado permiten la instalación de filtros secadores más pequeños, debido

a las temperaturas de evaporación (t_e) más elevadas y al supuesto de que las unidades producidas en fábrica contienen menos humedad que los sistemas instalados „in situ“.

Localización y reparación de averías

Síntoma	Causa posible	Solución
El indicador del visor de líquido muestra amarillo.	Demasiada humedad en el sistema.	Cambiar el filtro secador*
Capacidad del evaporador insuficiente	Caída de presión excesiva a través del filtro.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Filtro obstruido	Cambiar el filtro secador*
	Capacidad del filtro inferior a la necesaria.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
Burbujas en el visor de líquido después del filtro.	Caída de presión excesiva a través del filtro.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Filtro obstruido.	Cambiar el filtro secador*
	Capacidad del filtro inferior a la necesaria	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Subenfriamiento insuficiente.	Comprobar la causa del subenfriamiento insuficiente. No añada refrigerante simplemente porque haya burbujas en el visor.
La salida del filtro más fría que la entrada (puede haber hielo).	Refrigerante insuficiente.	Cargar el refrigerante necesario.
	Caída de presión excesiva a través del filtro	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*
	Filtro obstruido	Cambiar el filtro*
	Capacidad del filtro inferior a la necesaria.	Comparar el tamaño del filtro con la capacidad del sistema. Cambiar el filtro secador*

* Recuerdo sellar el filtro antiguo después de haberlo quitado.

Filtro tipo	Función	Refrigerante	Núcleo sólido	Aditivos de aceite
DML	Filtro secador estándar	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquil (PAG)
DCL	Filtro secador estándar	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquilbenceno (BE)
DMB	Filtro secador bi-flow	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquil (PAG)
DCB	Filtro secador bi-flow	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquilbenceno (BE)
DMC	Filtro secador combinado	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquil (PAG)
DCC	Filtro secador combinado	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquilbenceno (BE)
DAS	Filtro antiácidos	R 22, R 134a, R 404A, R 507	30% molecular sieves 70% alúmina activada	
DCR	Filtro secador con núcleo sólido intercambiable	Véase en la descripción del núcleo sólido abajo	48-DU/DM, 48-DN DC, 48-DA, 48-F	-
48-DU/DM para DCR	Núcleo intercambiable para DCR: filtro secador estándar	HFC, compatible con R 22	100% molecular sieves	Polioléster (POE) Polialquil (PAG)
48-DN/DC para DCR	Núcleo intercambiable para DCR: filtro secador estándar	CFC/HCFC	80% molecular sieves 20% alúmina activada	Aceite mineral(MO) Alquilbenceno (BE)
48-DA para DCR	Núcleo intercambiable para DCR: filtro secador estándar	R 22, R 134a, R 404A, R 507		
48-F para DCR	Filtro para retención de impurezas para DCR	Todos	-	Todos



La gama de productos Danfoss para la industria de refrigeración y aire acondicionado

Controles para muebles y vitrinas de refrigeración y congelación

Termostatos para aplicaciones de refrigeración domésticos. Danfoss ofrece una amplia gama de termostatos electromecánicos y electrónicos libres de CFC, adaptados a las necesidades del cliente para refrigeradores y congeladores y termostatos de servicio para todo tipo de muebles frigoríficos y congeladores.

Compresores para refrigeración y aire acondicionado

Tecnologías de compresores herméticos de pistón y scroll para refrigeración y aire acondicionado. Los compresores y unidades condensadoras de esta familia se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones en ambos sectores tales como; enfriadoras de agua, unidades de aire acondicionado grandes, así como sistemas de refrigeración de medias y bajas temperaturas para almacenamiento y procesamiento de alimentos.

Compresores Danfoss

Esta parte de la gama incluye compresores herméticos y unidades condensadoras enfriadas por ventilador para frigoríficos y congeladores de uso doméstico, y para aplicaciones comerciales tales como enfriadores de botellas y dispensadores de bebidas. También ofrecemos compresores para bombas de calor y compresores de 12 y 24 V para pequeños aparatos frigoríficos y congeladores en vehículos comerciales y embarcaciones. División puntera en la optimización energética, niveles de ruido y know how de tecnologías de compresor medio-ambientales.

Controles de refrigeración y de aire acondicionado

Una completa gama de productos que cubre todas las exigencias de control, seguridad, protección y monitorización de instalaciones de refrigeración y sistemas de aire acondicionado tanto mecánicos como electrónicos. La gama comprende entre otros, válvulas de expansión, válvulas de solenoide, presostatos y termostatos, reguladores de presión, filtros secadores, válvulas manuales, visores de líquido, válvulas de retención, válvulas de cierre y válvulas de agua. También se desarrollan y producen sistemas de gestión electrónicos descentralizados, para una regulación y control completa de las instalaciones de refrigeración.

Controles industriales

Productos y soluciones adaptados a las necesidades del cliente para sistemas de monitorización y control basados en los principios de medida de presión y temperatura, electricidad y control de fluidos. La familia incluye una amplia gama de controles automáticos para control y regulación de procesos, tales como; contactores y arrancadores de motor, válvulas de accionamiento externo y válvulas termostáticas así como controles de presión y temperatura.



Visores

Tipos SG, SGR, SGI, SGN, SGH,
SGRI, SGRN y SGRH

Introducción



Los visores de líquido se utilizan para indicar:

1. El estado del refrigerante en la tubería de líquido de la instalación.
2. La circulación en la tubería de retorno desde el separador de aceite.
3. El contenido de humedad en el refrigerante.

Los modelos SG y SGR se utilizan para indicar el nivel de líquido en un recipiente o en el cárter de un compresor.

Los modelos SGI/N/H y SGRI/N/H están equipados con un indicador que cambia de color para indicar el contenido de humedad del refrigerante.

Tipos disponibles

 Soldar Abocardada	<p>SG: Sin indicador de humedad</p>	 Visor roscar a recipiente	<p>SGR: Visor roscar a recipiente sin indicador de humedad</p>
 Soldar Abocardada	<p>SGI: Con indicador de humedad CFC/HCFC</p> <p>SGN: Con indicador de humedad HFC</p> <p>SGH: Con indicador especial de humedad R410A</p>	 Visor roscar a recipiente	<p>SGRI: Visor roscar a recipiente con indicador de humedad CFC/HCFC</p> <p>SGRN: Visor roscar a recipiente con indicador de humedad HFC</p> <p>SGRH: Visor roscar a recipiente con indicador de humedad R410A</p>
		 Adaptador	

Características

Tipo SG / SGR

- Para refrigerantes CFC / HCFC / HFC
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Indica el nivel de líquido en el recipiente
- Indica el nivel de aceite en el compresor
- Conexiones abocardar /soldar cobre o roscar a recipiente.

Tipo SGI / SGRI

- Para refrigerantes CFC y HCFC
- Indica exceso de contenido de agua en el sistema de refrigeración
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Conexiones abocardar /soldar cobre o roscar a recipiente

Tipo SGN / SGRN

- Para refrigerantes HFC
- Indica exceso de contenido de agua en el sistema de refrigeración
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Conexiones abocardar /soldar cobre o roscar a recipiente

Tipo SGH / SGRH

- Especial para R410A (alta presión)
- Indica exceso de contenido de agua en el sistema de refrigeración
- Indica falta de subenfriamiento
- Indica falta de refrigerante
- Conexiones abocardar / soldar cobre o roscar a recipiente.

Selección de los visores

Antes de seleccionar un visor con indicador de humedad, debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- tipo de refrigerante
- solubilidad del agua en el refrigerante
- nivel que exige una señal de alarma.

Debe tenerse en cuenta que el aceite de poliolester para refrigerantes HFC, por ejemplo R134a, R404A, R407C y R410A, reacciona con el agua según una reacción de hidrólisis generando ácido y alcohol.

Los niveles recomendados de contenido de humedad están comprendidos normalmente entre 30 y 75 ppm. Los compresores herméticos sólo toleran contenidos de humedad muy bajos, mientras que los semiherméticos y otros compresores toleran contenidos de humedad más altos en el refrigerante.

El color en el indicador del visor depende del contenido de humedad del refrigerante.

Los valores bajo "verde/seco" se deben considerar como condición perfecta, lo cual significa protección completa contra los efectos perjudiciales de la humedad. En otras palabras, el filtro secador está funcionando perfectamente.

Si el color verde comienza a palidecer, habrá comenzado el cambio de color y por lo tanto será necesario extremar la vigilancia del visor. Si el color cambia a amarillo eso será una clara señal que se ha excedido la capacidad del filtro secador y éste se debe reemplazar tan pronto como sea posible.

Datos técnicos

Temperatura ambiente
-50°C → +80°C

Presión de trabajo máxima

SG	PS/MWP = 35 bar
SGI / SGN	PS/MWP = 35 bar
SGR / SGRI / SGRN	PS/MWP = 35 bar
SGH 6, 6s -22s	PS/MWP = 46 bar

SGI / SGRI para refrigerantes CFC y HCFC

	Contenido de humedad en ppm = partes por millón					
	SGI					
	25°C			43°C		
	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo
R22	< 150	150 - 300	>300	< 250	250 - 500	> 500

SGN / SGRN para refrigerantes HFC y HCFC

	Contenido de humedad en ppm = partes por millón					
	SGN / SGRN					
	25°C			43°C		
	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo
R22	< 30	30 - 120	>120	< 50	50 - 200	> 200
R134a	< 30	30 - 100	>100	< 45	45 - 170	>170
R404A	< 20	20 - 70	> 70	< 25	25 - 100	>100
R407C	< 30	30 - 140	>140	< 60	60 - 225	>225
R507	< 15	15 - 60	> 60	< 30	30 - 110	>110

SGH para refrigerantes HFC

	Contenido de humedad en ppm = partes por millón					
	SGH					
	25°C			43°C		
	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo	Verde/ seco	Color intermedio	Amarillo/ húmedo
R410A	< 20	20 - 165	> 165	< 40	40 - 350	>350

Nota: Para valores de humedad relativos a otros refrigerantes, póngase en contacto con Danfoss.

Pedidos

	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SG 10	Abocardada ext. x ext.	$\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$	10 x 10	014-0080
	SG 12 SG 16	Soldar cobre ODF x ODF	$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$	16 x 16	014-0086 014-0087

CFC/HCFC

	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SGI 6 SGI 10 SGI 12 SGI 16 SGI 19	Abocardada ext. x ext.	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	6 x 6 10 x 10 12 x 12 16 x 16 19 x 19	014-0007 014-0008 014-0009 014-0024 014-0028
	SGI 6 SGI 10 SGI 12 SGI 16 SGI 19	Abocardada int. x ext. 1)	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$	6 x 6 10 x 10 12 x 12 16 x 16 19 x 19	014-0021 014-0022 014-0025 014-0026 014-0043
	SGI 6s SGI 10s SGI 12s SGI 16s SGI 19s SGI 22s	Soldar cobre ODF x ODF	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{3}{4} \times \frac{3}{4}$ $\frac{7}{8} \times \frac{7}{8}$	16 x 16 19 x 19 22 x 22	014-0034 014-0035 014-0036 014-0044 014-0047 014-0039
	SGI 6s SGI 10s SGI 12s SGI 18s	Soldar cobre ODF x ODF		6 x 6 10 x 10 12 x 12 18 x 18	014-0040 014-0041 014-0042 014-0045
	SGI 6s SGI 10s SGI 12s SGI 16s SGI 22s	Soldar cobre ODF x ODM	$\frac{1}{4} \times \frac{1}{4}$ $\frac{3}{8} \times \frac{3}{8}$ $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ $\frac{5}{8} \times \frac{5}{8}$ $\frac{7}{8} \times \frac{7}{8}$	16 x 16 22 x 22	014-0125 014-0126 014-0127 014-0128 014-0130

1) Puede roscarse directamente en el filtro secador.

Pedidos

HFC

	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SGN 6 SGN 10 SGN 12 SGN 16 SGN 19	Abocardada ext. x ext.	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $3/4 \times 3/4$	6 x 6 10 x 10 12 x 12 16 x 16 19 x 19	014-0161 014-0162 014-0163 014-0165 014-0166
	SGN 6 SGN 10 SGN 12 SGN 16 SGN 19	Abocardada int. x ext. ²⁾	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $3/4 \times 3/4$	6 x 6 10 x 10 12 x 12 16 x 16 19 x 19	014-0171 014-0172 014-0173 014-0174 014-0175
	SGN 6s SGN 10s SGN 12s SGN 16s SGN 19s SGN 22s SGN 22s	Soldar cobre ODF x ODF	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $3/4 \times 3/4$ $7/8 \times 7/8$ $1\ 1/8 \times 1\ 1/8$	16 x 16 19 x 19 22 x 22	014-0181 014-0182 014-0183 014-0184 014-0185 014-0186 014-0187
	SGN 6s SGN 10s SGN 12s SGN 18s	Soldar cobre ODF x ODF		6 x 6 10 x 10 12 x 12 18 x 18	014-0191 014-0192 014-0193 014-0195
	SGN 6s SGN 10s SGN 12s SGN 16s SGN 22s	Soldar cobre ODF x ODM	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $7/8 \times 7/8$	16 x 16 22 x 22	014-0201 014-0202 014-0203 014-0204 014-0206

R410A

	Tipo	Versión	Conexión pulg.	Conexión mm	Nº de código
	SGH 6	Abocardada ext. x ext.	$1/4 \times 1/4$	6 x 6	014-1660
	SGH 6s SGH 10s SGH 12s SGH 16s SGH 22s SGH 22s	Soldar cobre ODF x ODF	$1/4 \times 1/4$ $3/8 \times 3/8$ $1/2 \times 1/2$ $5/8 \times 5/8$ $7/8 \times 7/8$ $1\ 1/8 \times 1\ 1/8$	16 x 16 22 x 22	014-1090 014-1092 014-1091 014-1094 014-1096 014-1098

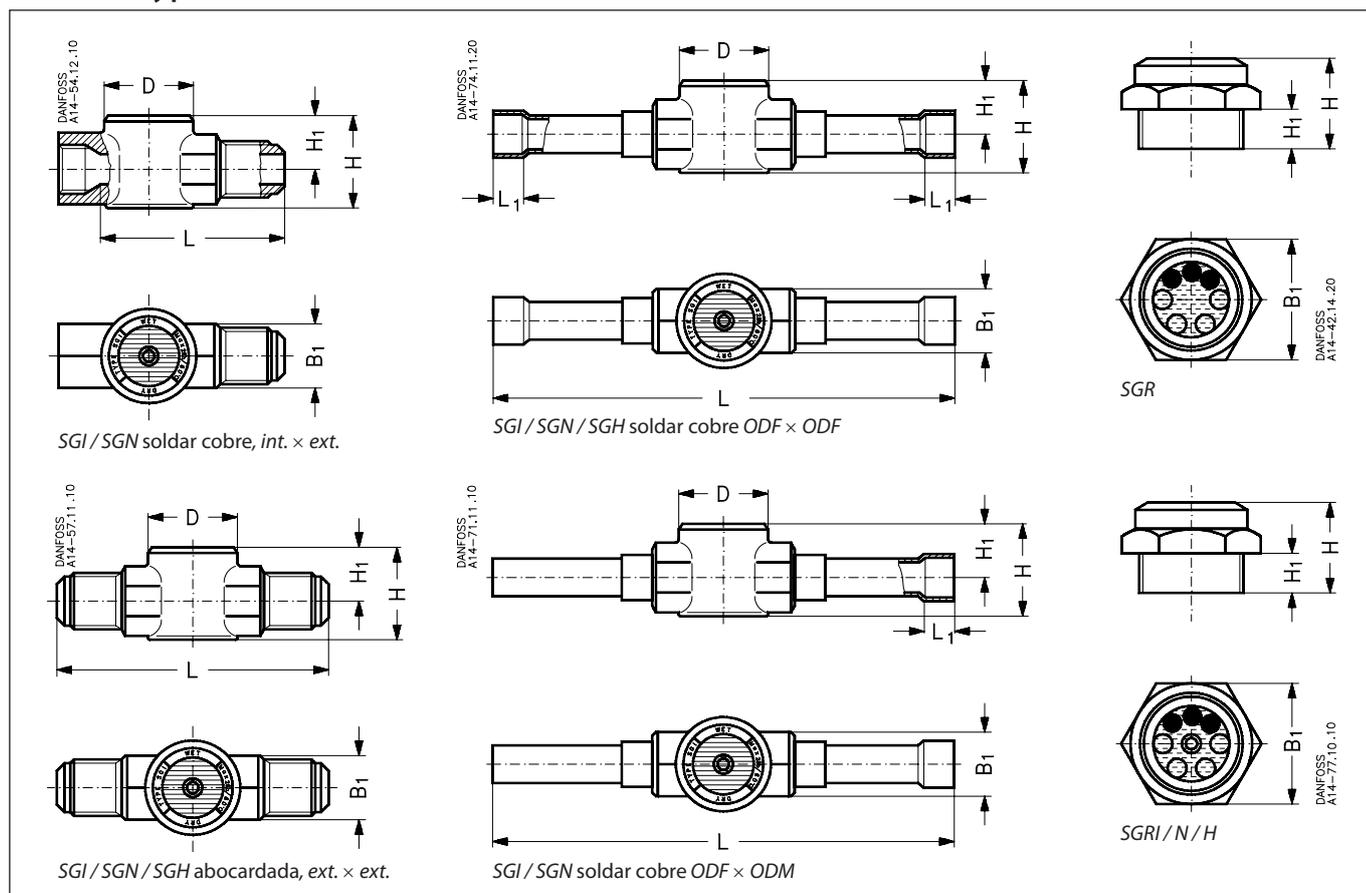
²⁾ Puede roscarse directamente en el filtro secador.

Pedidos

	Tipo	Versión	Conexión		Nº de código
			①	②	
	SGR 3/4 SGR 3/4 SGR 1/2	Rosca para tubos NPT NPT	G 3/4 A 3) 3/4 NPT 1/2 NPT		014-0164 014-0005 014-0002
	SGRI SGRI	SGRI SGRI para adaptador	1/2 - 14 NPT M24 x 1		014-0131 014-1154
	SGRN SGRN	SGRN SGRN para adaptador	1/2 NPT M24 x 1		014-0006 014-1155
	Adaptador de visor de líquido	Accesorio para tubería	M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1 M24 x 1	7/8 1 1/8 1 3/8 1 5/8 2 1/8 3 1/8 4 1/8	014-1059 014-1056 014-1057 014-1058 014-1067 014-1068 014-1069
	SGRH	SGRH para adaptador	M20 x 1.5		014-1601
	Adaptador de visor de líquido para SGRH	Accesorio para tubería	M20 x 1.5	3 1/8	014-1072

3) ISO 228/1

Dimensiones y peso



Tipo	Versión	L mm	L ₁ mm	H mm	H ₁ mm	B ₁ mm	Ø D mm	Peso kg
SGI/SGN/SGH 6	Abocardada ext. x ext.	67		24	14	14	27	0.1
SGI/SGN 10		82		28	16	19	32	0.2
SGI/SGN 12		88		30	18	22	32	0.3
SGI/SGN 16		104		37	21	27	37	0.4
SGI/SGN 19		110		41	22	32	37	0.4
SGI/SGN 6	Abocardada int. x ext.	46		24	14	16	27	0.1
SGI/SGN 10		57		30	18	22	32	0.2
SGI/SGN 12		59		30	18	24	32	0.3
SGI/SGN 16		71		37	21	27	37	0.4
SGI/SGN 19		75		41	22	32	37	0.6
SGI/SGN/SGH 6s	Soldar cobre ODF x ODF	101	7	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN/SGH 10s		119	9	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN/SGH 12s		146	10	28	16	19	27	0.2
SGI/SGN/SGH 16s		146	12	30	18	22	27	0.2
SGI/SGN 18s		173	14	37	21	27	37	0.2
SGI/SGN/SGH 22s		173	17	37	21	27	27	0.2
SGI/SGN 6s	Soldar cobre ODF x ODM	101	7	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN 10s		119	9	24	14	14	27	0.1
SGI/SGN 12s		146	10	28	16	19	27	0.2
SGI/SGN 16s		146	12	30	18	22	27	0.2
SGR 1/2	NPT			30	18	27		0.1
SGR 3/4	Rosca para tubos			23	10	32		0.1
SGR 3/4	NPT			31	18	32		0.1
SGRN 1/2	NPT			30	18	27		0.1

