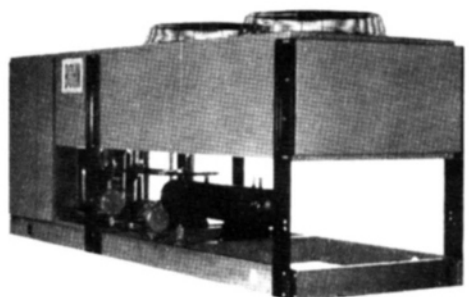
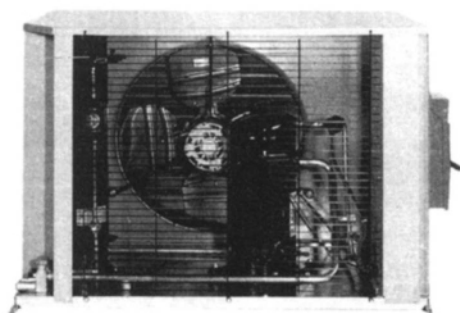
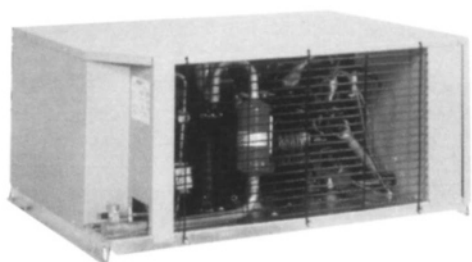
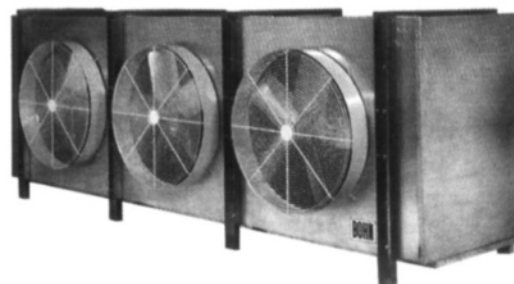
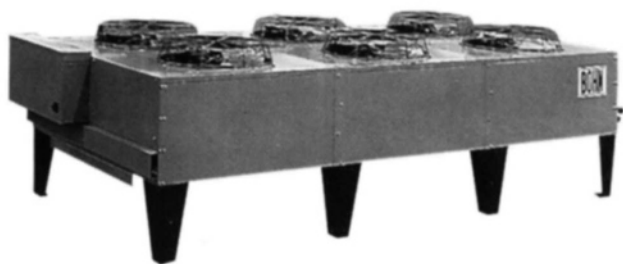




El Estándar del Frío

BOLETIN No. 27
SEPTIEMBRE, 2001

BOLETIN DE INGENIERIA DE APLICACION



CARGA DE ENFRIAMIENTO/CALOR GANADO POR EQUIPOS Y ACCESORIOS ELECTRICOS

TEMA	PAG.
• Introducción.....	2
• Calor Generado por Accesorios Eléctricos	2,3
• Calor Generado por Motores Eléctricos	3,4
• Calor Generado por Transformadores	4
• Calor Generado por Interruptores	4
• Calor de Motores	5

GRUPO FRIGUS THERME
REGISTRO ISO 9001
No. DE ARCHIVO: A5405

Carga de Enfriamiento/Calor Ganado por Equipos y Accesorios Eléctricos

Introducción

La distribución de los equipos eléctricos (tableros de conexiones, conductores eléctricos, transformadores, etc.) se encuentran entre los equipos más eficientes, pero no son 100% eficientes realmente. Lo anterior, debido a ineficiencias en pérdidas de calor por lo que, los ingenieros en diseño de equipos HVAC & R requieren considerar la cantidad de éstos además de un factor de seguridad en los cálculos de carga térmica.

El presente boletín presenta una panorámica sobre las pérdidas de calor producidas por los equipos eléctricos y/o accesorios utilizados en la industria de HVAC & R.

Calor Generado por Accesorios Eléctricos

A pesar de que la resistencia eléctrica presentada por conductores eléctricos, interruptores y otros equipos eléctricos es considerablemente muy pequeña, no es necesariamente cero. En consecuencia, todo flujo de corriente a través de ellos genera calor.

El índice de generación de pérdida de calor de cualquier accesorio eléctrico es una función directa de la ley de Joules:

$$W = I^2 \times R$$

Donde:

W = es la potencia en Watts. En el sistema inglés esta ganancia de calor toma las unidades de BTU/hr (Watts x 3.413),

3.413 es un factor para pasar de Watts a BTU/hr.

I = es la corriente eléctrica en Amperes (A)

R = Es la resistencia eléctrica en Ohms (Ω)

Si la cámara fría es muy grande y la ganancia de calor por equipos eléctricos es pequeña, la consideración de enfriamiento por estos accesorios no es requerido. Pero existen casos que en cámaras frías grandes y debido a la cantidad de equipos y/o accesorios eléctricos puede requerir que el diseñador de sistemas HVAC & R incluya el calor de estos en la carga térmica de enfriamiento total.

Cuando es el caso de que en una cámara fría se requiere de enfriamiento para equipos y/o accesorios eléctricos pero no de personal, es práctica común mantener temperaturas entre 5 °C y 8 °C (10 °F y 15 °F). Mayor que la temperatura que se mantiene en el espacio adyacente a la cámara de los motores y/o accesorios eléctricos. Esta condición es típica en cámaras para enfriamiento de equipos eléctricos en edificios de oficinas. En estos casos, la ventilación usando aire frío desde el espacio adyacente acondicionado puede proveer un enfriamiento adecuado.

Al igual que en el enfriamiento mecánico, la cantidad de flujo de aire requerido depende del calor ganado por la cámara fría y del aumento de temperatura permisible por arriba de la temperatura del aire suministrado. La siguiente formula, cuantifica esta relación:

$$\bullet \text{BTUH} = 1.10 \times \text{CFM} \times \text{DT} \text{ (en el sistema inglés)}$$

$$\bullet W = 1.232 \times \text{L/s} \times \text{DT} \text{ (en el sistema internacional)}$$

Donde:

BTUH, W = Es el calor sensible de la cámara

CFM, L/s = Es el flujo de aire

DT = Diferencial de temperaturas ($^{\circ}\text{F}$ o $^{\circ}\text{C}$)

1.10 y 1.232 = Son los factores de conversión de unidades

Con el enfriamiento por medio de ventilación desde un espacio acondicionado adyacente, la temperatura del aire suministrado será la temperatura interna del aire en la cámara adyacente.

Por ejemplo, una cámara de enfriamiento de equipos eléctricos con aproximadamente un transformador de 75 KVA operando con una carga continua de 40 KVA presenta una disipación de ganancia de calor de aproximadamente 2.5 % de la carga total del transformador o 1875 Watts (ver figura 1-1). Para mantener fría la cámara de estos equipos eléctricos a una temperatura no mayor de 32°C (90°F) (de acuerdo a recomendaciones antes mencionadas) con aire frío de una cámara adyacente que se encuentra a 24°C (75°F), se requerirá de un extractor de aire que sea capaz de transferir 400 CFM (200 L/s) desde el espacio acondicionado hasta la cámara fría de equipos eléctricos.

El cálculo de la carga de enfriamiento descrita en este boletín esta basada en condiciones permanentes y grandes periodos de operación. Esto no toma en consideración los efectos térmicos debidos a la velocidad y/o pérdidas por conducción desde el espacio caliente al pasar por espacios no aislados a la cámara fría adyacente. Por lo cual, se deben de tener en cuenta estos factores extras más el hecho de que la carga en el transformador varia en el transcurso del día, donde posiblemente menos flujo de aire puede ser requerido para enfriar la carga.

Calor Generado por Motores Eléctricos

La ineficiencia en motores eléctricos es la diferencia entre la energía que absorbe y la cantidad de energía convertida en trabajo mecánico. Esta ineficiencia llega a ser el calor que se disipa en el espacio refrigerado. La ineficiencia puede ser expresada en Watts, la cual, el ingeniero diseñador de sistemas HVAC & R puede incluir en la carga térmica de enfriamiento total requerida para enfriar el espacio.

Por ejemplo, un motor de 25 HP (18.65 KW potencia generada (output)), de acuerdo con NEMA (The National Electrical Manufacturer's Association) la eficiencia nominal de este motor es de 94.1 %.

La potencia absorbida por este motor es:

Power Input = $18.65 / 94.1 = 19.82$ KWe absorbida.

La ineficiencia entonces es:

Ineficiencia = $19.82 - 18.65 = 1.06$ KW (3993 BTU/hr en el sistema inglés de unidades).

La eficiencia de un motor eléctrico varia en relación a la carga del mismo. Generalmente los motores son diseñados para una eficiencia máxima de alrededor del 75 % de acuerdo a la carga de la placa de datos con únicamente pequeñas variaciones en su eficiencia de entre el 50 % de carga y el 100 % de carga. A cargas ligeras, la eficiencia de un motor disminuye considerablemente. Por ejemplo, la eficiencia de un motor eléctrico de 25 HP a carga máxima es del 94.1 %, pero cuando este opera con el 25 % de carga su eficiencia disminuye aproximadamente hasta 78 %.

La ganancia de calor disipado por un motor eléctrico en un espacio refrigerado es una función de la carga de operación del motor y su eficiencia a las condiciones de operación.

Si el equipo accionado y/o proceso se encuentra dentro del espacio refrigerado, la energía disipada por los motores eléctricos se convierte en trabajo mecánico por lo que también formará parte de la carga térmica de enfriamiento a enfriar. Lo anterior nos indica que debemos de considerar estas cargas adicionales de motores eléctricos, bombas, movimiento de personal, etc., para realizar una buena estimación de la carga de enfriamiento requerida por un sistema.

Calor Generado por Transformadores

Al igual que los motores eléctricos, los transformadores presentan pérdidas en su funcionamiento por carga y sin carga. Las pérdidas sin carga en un transformador deriva de la energía necesaria para magnetizar un núcleo o bien pérdidas debido al fenómeno de la histeresis. Dado a que los transformadores generalmente permanecen energizados todo el tiempo y no existe interrupción alguna, las pérdidas sin carga permanecen constantes en 8760 horas por año aproximadamente.

Las pérdidas debido a la carga viene dada por la ley de Joules " $I^2 R$ " resultado del paso de la corriente a través de los devanados del transformador. Debido a que estas pérdidas varían con el cuadrado de la corriente eléctrica, las pérdidas debido a la carga (expresada en porciento de la carga total) disminuye rápidamente a medida que la carga disminuye.

La figura I-1 muestra las pérdidas típicas de un transformador del tipo seco, 480 Volts en el primario, 208/120 Volts en el secundario a rangos de cargas desde 0 % a 100 % de carga total. Este tipo de transformadores es el más común en edificios de oficinas, laboratorios y pequeñas plantas maquiladoras.

Los datos de pérdidas presentados son típicos. Estas pueden variar de un fabricante a otro y dependiendo del tipo de fabricación.

Calor Generado por Interruptores

En los interruptores, los conductores son de gran tamaño y longitudes cortas por lo que la resistencia total es pequeña. Sin embargo, la corriente puede ser mayor. Con las pérdidas de calor variando con el cuadrado de la corriente, los grandes interruptores pueden generar una considerable cantidad de calor. Actualmente, los interruptores termomagnéticos convencionales (no electrónicos) detectan grandes sobrecargas con la ayuda del paso de la corriente que generan calor en el interior del interruptor y/o circuitos.

Las pérdidas de calor en interruptores varia de acuerdo con el tamaño del interruptor y de la carga. La siguiente tabla muestra rangos típicos de pérdidas de carga para estos, con cargas del 80 % de su rango nominal.

Tamaño	Pérdidas en Watts
100 Amperes	8 a 15
225 Amperes	13 a 40
400 Amperes	19 a 50
800 Amperes	19 a 50
1200 Amperes	38 a 150

Al igual que los transformadores, los interruptores raramente se cargan a máxima capacidad. Por ejemplo, los diseños prácticos comunes aplican únicamente de 8 a 12 Amperes de la carga conectada en circuitos de alumbrado de 20 Amperes.

Los circuitos principales pueden tener una mayor carga conectada, pero las cargas reales a cualquier hora generalmente se mantienen bajas. Debido a que esta carga de calor disipado es una función del cuadrado de la corriente; un interruptor con una carga continua del 50 % de su carga de interrupción preferible del 80 % referenciado en la tabla, presenta una disipación de calor de únicamente el 40 % del valor indicado en la tabla $((50\% / 80\%)^2 = 40\%)$.

Control de Motores

Los centros de control de motores eléctricos son como un interruptor en donde ellos concentran grandes corrientes en un área muy pequeña. Además, estos cuentan con relevadores (relay) y transformadores de energía que generan calor.

Un promedio de 250 Watts por pie lineal de conductor es una estimación considerable de cantidad de calor generado por un centro de control para motores. Esto incluye arrancadores, el mismo control del transformador y demás centro de conexiones. También, es necesario saber que los centros de control de motores a menudo incluyen equipos en Stand By, por lo que, no todos los arrancadores son energizados al mismo tiempo.

Los arrancadores localizados cerca de motores también disipan calor. La siguiente tabla muestra pérdidas típicas para arrancadores, incluyendo interruptores termomagnéticos y transformadores de energía.

Tamaño NEMA	Pérdida en Watts
1	27
2	57
3	130
4	200
5	300
6	650

Con esto concluimos la panorámica acerca de los calores que generan los accesorios y/o equipos eléctricos que por muy pequeños que estos sean aún así generan calor que en algunos casos si llegasen a pasar desapercibidos pueden resultar en una estimación de carga de enfriamiento muy baja repercutiendo directamente con el funcionamiento eficiente de los equipos de HVAC & R.

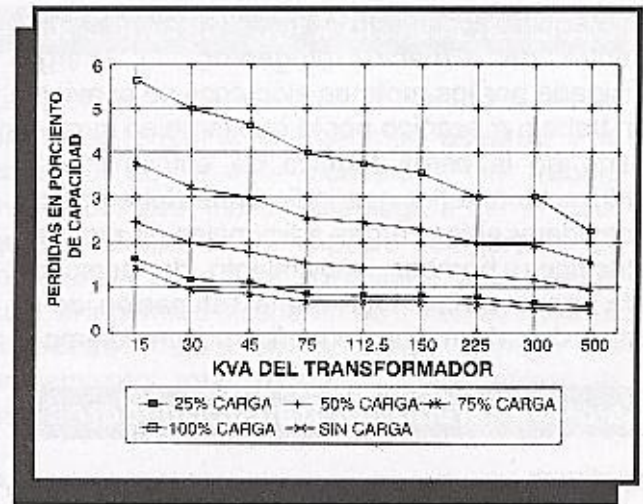


Figura I-1. Pérdidas típicas en transformadores 480 V en el primario, 280 V en el secundario.

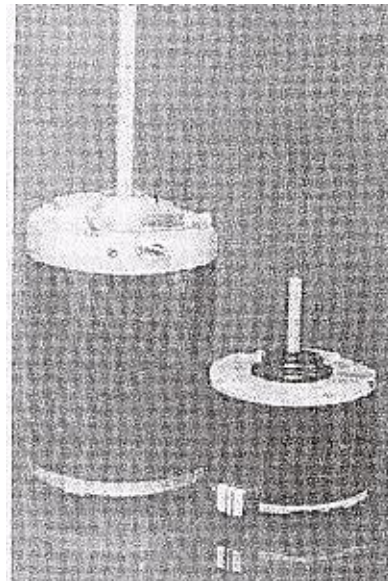


Figura I-2. La variedad en eficiencias y tamaño puede variar dependiendo del tipo de fabricante.



GRUPO FRIGUS THERME
REGISTRO ISO 9001
No. DE ARCHIVO: A5405

Frigus Bohn, S.A. de C.V.

Ventas: Bosques de Alisos No. 47-A 5o. Piso Col. Bosques de las Lomas C.P. 05120
México, D.F. Tel.: (0155) 5261-81-00 Fax: (0155) 5259-55-21 Tel. Sin Costo: 01-800-50-970-00
Planta: Acceso II Calle 2 No. 48 Parque Industrial Benito Juárez Querétaro, Qro. C.P. 76120
Tel.: (01442) 238-45-00 Fax: (01442) 217-06-16 Tel. Sin Costo: 01-800-40-049-00