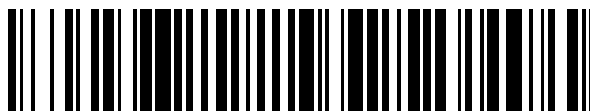


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 702 974**

51 Int. Cl.:

F25B 49/02 (2006.01)

F25B 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.07.2009 PCT/US2009/051408**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.02.2010 WO10017033**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2009 E 09805347 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.12.2018 EP 2321594**

54 Título: **Funcionamiento a frecuencia discreta para el control de capacidad de una unidad**

30 Prioridad:

07.08.2008 US 87016 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

06.03.2019

73 Titular/es:

CARRIER CORPORATION (100.0%)

**One Carrier Place
Farmington, CT 06034-4015, US**

72 Inventor/es:

**LIFSON, ALEXANDER y
TARAS, MICHAEL, F.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 702 974 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Funcionamiento a frecuencia discreta para el control de capacidad de una unidad

Antecedentes

5 Los motores eléctricos han sido muy utilizados en sistemas de refrigeración para accionar compresores, ventiladores, bombas, y varios otros componentes. Como es conocido, en un sistema de refrigeración básico, un compresor comprime un refrigerante, que es enviado a continuación a un primer intercambiador de calor (normalmente un condensador o un enfriador de gas). Después de salir del primer intercambiador de calor, el refrigerante es a continuación hecho pasar a través de un dispositivo de expansión donde la temperatura del refrigerante cae por debajo de la temperatura del aire que ha de ser enfriado y entregado a un entorno de clima controlado. El refrigerante es enviado a continuación a través de un segundo intercambiador de calor. Típicamente este segundo intercambiador de calor es un evaporador donde el refrigerante absorbe el calor procedente del aire (enfriando el aire), se evapora, y vuelve a entrar al compresor.

15 Con el fin de controlar mejor un sistema de refrigeración y mejorar la eficacia del sistema, se utilizan cada vez más, motores eléctricos de velocidad variable en tales sistemas. Los accionadores de velocidad variable proporcionan un diseñador con flexibilidad aumentada en el funcionamiento y control del sistema. Para un motor eléctrico estándar, la velocidad a la que funciona el motor es una función de una frecuencia de entrada y el número de polos del motor. Por lo tanto, variar la velocidad a la que el motor acciona un componente asociado del sistema de refrigeración, puede variar la frecuencia de entrada del motor eléctrico para permitir a continuación que el motor accione un componente a una velocidad diferente. Así, los motores de velocidad variable y el equipamiento accionado asociado del sistema de refrigeración pueden funcionar a través de un amplio espectro de frecuencias operativas. Un control para el motor de velocidad variable puede cambiar la frecuencia operativa cuando cambian las condiciones o demandas de carga térmica enfrentadas por el sistema de refrigeración. Típicamente, el motor de velocidad variable comienza desde una frecuencia de cero y es aumentada de forma ascendente hacia una frecuencia funcional deseada. Así, la frecuencia avanza desde cero hacia arriba a una frecuencia operativa de valor de referencia, que puede ser seleccionada para conseguir una capacidad de enfriamiento deseada, etc. Además, al apagarse, la frecuencia disminuye desde esa frecuencia operativa de nuevo hacia cero.

30 Un problema con estos sistemas, sin embargo, es que ciertas frecuencias operativas crean condiciones indeseables tales como resonancia mecánica y acústica, que pueden provocar ruido y vibración excesiva en los componentes de un sistema de refrigeración. Los sistemas descritos anteriormente, comenzando con las frecuencias de motor desde cero y avanzando hacia arriba hacia la frecuencia operativa deseada, pueden pasar a través de estas frecuencias de resonancia tanto al encenderse como al apagarse. También, cuando el control cambia las frecuencias durante el funcionamiento para satisfacer las demandas externas de carga térmica, puede desplazar algunas veces el funcionamiento del motor eléctrico a una de las zonas de frecuencia de resonancia que debería evitarse. Esto es indeseable, ya que pueden ocurrir vibración excesiva, ruido y pulsaciones y dar como resultado un daño de los componentes del sistema de refrigeración. Las frecuencias de resonancia del sistema pueden ser excitadas también por múltiplos de frecuencias de velocidad de funcionamiento del motor, o por frecuencias de funcionamiento (o sus múltiplos) del propio equipamiento accionado. Debería señalarse que la frecuencia de velocidad de funcionamiento del equipamiento puede ser diferente que la del motor, si, por ejemplo, el equipamiento accionado está unido al motor mediante una caja de engranajes, polea u otro medio similar.

40 Algunos sistemas (tales como el descrito en el documento US 2006/198744 A1) han intentado superar este problema utilizando control continuo y funcionando a estas frecuencias indeseables durante un tiempo muy limitado, de modo que se evite la resonancia tanto como sea posible. Sin embargo, los métodos utilizados no han sido capaces de evitar completamente las frecuencias indeseables.

Compendio

45 En una realización descrita, un motor eléctrico acciona un componente asociado de un sistema de refrigeración a una velocidad variable deseada que es una función de una frecuencia operativa del motor. En la presente invención, la frecuencia operativa del motor es controlada mediante un dispositivo de control alternando la frecuencia de accionamiento al motor eléctrico entre múltiples frecuencias de accionamiento de tal manera que la velocidad resultante a la que el motor está accionando al componente asociado del sistema de refrigeración es una función de una combinación de las frecuencias de accionamiento seleccionadas. Las múltiples frecuencias son seleccionadas de tal manera que su combinación da como resultado una frecuencia operativa media de la frecuencia deseada y evita las características indeseadas que pueden estar asociadas con el funcionar de manera continua a la frecuencia deseada.

Breve descripción de los dibujos

55 La fig. 1 es una vista esquemática de un sistema de refrigeración que incorpora la presente invención.

La fig. 2A es un gráfico de la capacidad del compresor en función de la frecuencia operativa de un motor eléctrico unido al compresor.

La fig. 2B es un gráfico de vibración en el compresor en función de la frecuencia operativa de un motor eléctrico unido al compresor.

La fig. 2C es un gráfico de eficacia del compresor en función de la frecuencia operativa de un motor eléctrico unido al compresor.

5 Descripción detallada

El control de velocidad variable de un motor eléctrico que utiliza múltiples frecuencias discretas se puede aplicar a un amplio rango de sistemas de refrigeración, incluyendo aire acondicionado, refrigeración, y sistemas de bomba de calor. Tanto los sistemas estacionarios (tales como el confort en edificios residenciales y comerciales, armario del congelador y aplicaciones refrigeradas de marketing) como los sistemas de transporte (tales como refrigeración de recipientes y de camiones/remolques y aplicaciones de aire acondicionado en automóviles/autobuses) pueden hacer uso del control de velocidad variable que utiliza frecuencias discretas. En particular, se puede conseguir el control variable de compresores (en una operación de configuración única y en tándem) utilizando múltiples frecuencias discretas. Los compresores pueden ser cualquiera de una variedad de tipos diferentes, incluyendo tipos alternativos, en espiral, de tornillo, giratorio y centrífugo.

La fig. 1 muestra un sistema 20 de refrigeración básico que incluye un compresor 22 para la entrega de un refrigerante comprimido a un primer intercambiador 24 de calor. El primer intercambiador 24 de calor está asociado con un dispositivo de movimiento de aire tal como un ventilador 26 que impulsa el aire a través de un primer intercambiador 24 de calor. Después de fluir a través del primer intercambiador 24 de calor, el refrigerante pasa a través de un dispositivo 28 de expansión y entra a continuación en un segundo intercambiador 30 de calor. El segundo intercambiador 30 de calor puede estar asociado también con un dispositivo de movimiento de aire tal como un ventilador 32.

El sistema 20 de refrigeración es una representación generalizada, y, por ejemplo, puede ser cualquiera de los distintos tipos de sistemas de refrigeración mencionados anteriormente. Dependiendo del tipo de sistema particular, los componentes adicionales pueden formar también un subsistema del sistema 20 de refrigeración.

Un compresor 22 es accionado por un motor 40, que es típicamente un motor eléctrico de tipo de inducción. Un controlador 42 de motor está acoplado al motor 40 y controla el funcionamiento del mismo. En una realización, el controlador 42 de motor controla el motor 40 para funcionar con control de velocidad variable en un modo continuo. El motor 40 puede funcionar a frecuencias de hasta 130 Hz, pero típicamente funciona en el intervalo de 15-120 Hz y preferiblemente en el intervalo de 45-90 Hz.

El controlador 42 de motor puede estar dispuesto para hacer funcionar al motor 40 constantemente a una frecuencia deseada, f_0 , sin embargo, según la invención el controlador 42 de motor está configurado para alternar la frecuencia operativa del motor 40 entre al menos dos frecuencias (o bandas de frecuencias), f_1 y f_2 . Alternando la frecuencia operativa entre al menos dos frecuencias, el motor 40 puede funcionar como si estuviese funcionando continuamente a la frecuencia f_0 deseada al tiempo que evita las características indeseadas (tales como vibración, pulsación o resonancia acústica) del motor 40 o compresor 22 que pueden estar asociadas con el funcionamiento de manera continua a la frecuencia f_0 .

El controlador 42 de motor puede funcionar a la frecuencia f_1 , durante un intervalo de tiempo, t_1 , y a la frecuencia f_2 durante un intervalo de tiempo t_2 de tal manera que la frecuencia operativa resultante media es f_0 . Como ejemplo, 50 Hz puede ser la frecuencia deseada para el funcionamiento del compresor 22. En una solución, la configuración del controlador 42 de motor hace funcionar el motor a 40 Hz para t_1 y a 60 Hz para t_2 cuando $t_1 = t_2$, o el controlador 42 de motor puede alternar entre el funcionamiento a 20 Hz para t_1 y a 60 Hz para t_2 , cuando $3t_1 = t_2$, u otras combinaciones similares. Alternativamente, el control 42 del motor puede funcionar a más de dos frecuencias durante un periodo de tiempo de tal manera que la combinación de como resultado una frecuencia operativa media de f_0 . El tiempo durante el que el motor 40 funciona a una frecuencia específica puede ser tan corto o tan largo como se desee (por ejemplo, para evitar el sobre-enfriamiento o sub-enfriamiento de un entorno de clima controlado). Si f_1 y f_2 se diferencian en unos pocos Hz el uno del otro, t_1 y t_2 pueden ser más largos (es decir 5 min), sin efectos secundarios indeseables tales como los mencionados anteriormente.

Las figs. 2A, 2B y 2C muestran un ejemplo de los resultados que se pueden conseguir utilizando el método de funcionamiento del motor 40 descrito en este documento. Las frecuencias variarían dependiendo de las condiciones operativas y medioambientales del sistema, demandas de carga térmica y otros factores. Ciertas frecuencias deseables e indeseables pueden ser determinadas experimentalmente, en un laboratorio, o pueden ser identificadas por varios tipos de sensores, tales como un sensor 46 que puede ser montado sobre el componente después o durante el montaje o instalación del sistema 20 de refrigeración.

Como un ejemplo, la fig. 2A muestra la capacidad A del compresor 22 a tres frecuencias f diferentes. Para este ejemplo, se asume que $f_1 = 38$ Hz y $f_2 = 42$ Hz. Asumiendo una capacidad deseada de A_2 , 40 Hz es la frecuencia f_0 deseada para hacer funcionar un compresor 22. Sin embargo, como se ha mostrado en la fig. 2B, la vibración es más elevada a 40 Hz, f_0 , de lo que lo es a 38 Hz, f_1 , y a 42 Hz, f_2 . Además, como se ha mostrado en la fig. 2C, la eficacia del compresor 22 a 40 Hz, f_0 , es inferior que, a 38 Hz, f_1 , y que, a 42 Hz, f_2 . La misma capacidad deseada,

A₂, puede ser conseguida si el compresor es hecho funcionar el 50% del tiempo a 38 Hz y el 50% del tiempo a 42Hz, aunque mejorando la eficacia del compresor 22 y reduciendo el nivel de vibración.

5 Como se ha expuesto en los ejemplos identificados anteriormente, utilizando la presente invención, se puede conseguir una velocidad de salida continuamente variable sobre todo el rango de funcionamiento de un compresor 22 utilizando una serie de frecuencias de accionamiento discretas. El funcionamiento de velocidad variable es proporcionado mediante el suministro de frecuencias de accionamiento discretas alternativas al motor 40 de compresor, de manera que la velocidad de salida (y la capacidad del compresor) es continuamente variable como una función de una frecuencia resultante media de las frecuencias de accionamiento discretas alternativas.

10 El controlador 42 del motor puede incluir un interruptor de encendido/apagado o un circuito lógico capaz de controlar la frecuencia a la que funciona el motor. Además, el controlador 42 de motor puede ser hecho funcionar manualmente, programado previamente, auto-ajustado, adaptable o configurado de otro modo para proporcionar el motor 40 con una frecuencia operativa deseada. Un control 50 de sistema de refrigeración puede estar asociado con el controlador 42 de motor o incluirlo. El control 50 del sistema de refrigeración puede ser hecho funcionar basándose en entradas de usuario mediante una interfaz 52 de usuario.

15 Adicionalmente el controlador 42 de motor puede tener un modo de configuración o calibración que permite a un operador programar el controlador 42 del motor. En otras realizaciones del sistema 20 de refrigeración, el controlador 42 de motor se puede auto-ajustar y proporciona correcciones sobre la marcha en un modo de funcionamiento cuando el controlador 42 de motor identifica un problema con un parámetro tal como una vibración excesiva, y ajusta una o ambas frecuencias f_1 o f_2 y por tanto se auto-corrige para evitar una frecuencia indeseable.
 20 El controlador 42 de motor puede incluir o almacenar también datos tales como una tabla de búsqueda de frecuencias indeseables. El transductor 46 u otros sensores dentro del sistema 20 de refrigeración pueden ser configurados también para identificar uno de los parámetros, tales como vibración o acústica, asociados con el funcionamiento del compresor 22 y transmitir los datos correspondientes al controlador 42 de motor o al control 50 del sistema. Para propósitos de redundancia, múltiples transductores 46 pueden ser utilizados a lo largo del sistema
 25 20 para determinar condiciones operativas indeseables del compresor 22.

Los ventiladores 26 y 32 pueden ser accionados también por los motores 60, 70 respectivamente, que son controlados por un controlador 62, 72 de ventilador correspondiente. En una realización, los controladores 62, 72 de ventilador incluyen cada uno, una o más de las características identificadas anteriormente con respecto al controlador 42 de motor. Como se ha descrito anteriormente con respecto al compresor 22, al menos un transductor
 30 66, 76 puede estar asociado con los ventiladores 26 y 32 para identificar condiciones operativas indeseables (por ejemplo, frecuencias) para los ventiladores. El sistema 50 de refrigeración puede incluir o estar acoplado también a los controladores 62, 72 de ventilador.

Otros componentes del sistema de refrigeración, tales como bombas de líquido, accionadas por motores eléctricos están dentro del alcance y pueden igualmente beneficiarse de la invención.

35 Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a realizaciones preferidas, los trabajadores expertos en la técnica reconocerán que se pueden hacer cambios en la forma y detalle sin salir del alcance de la invención como se ha reivindicado.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de refrigeración que comprende:

5 un motor (40) eléctrico para accionar un componente (22) asociado a una velocidad variable que es una función de una frecuencia operativa del motor eléctrico; y un controlador (42); caracterizado por que el controlador (42) está configurado para controlar la frecuencia operativa del motor eléctrico para proporcionar un impulso de velocidad continuamente variable para el componente asociado mediante la formación de un ciclo de la frecuencia operativa del motor eléctrico entre al menos dos frecuencias (f_1, f_2) de manera que la velocidad variable a la que es accionado el componente es una función de una combinación de al menos dos frecuencias;

10 en donde al menos dos frecuencias son tales que su combinación da como resultado una frecuencia operativa promedio de una frecuencia (f_0) deseada y evita características indeseadas que pueden estar asociadas con el funcionamiento de forma continua a la frecuencia (f_0) deseada.

2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el componente asociado es un compresor (22).

3. El sistema de la reivindicación 1 que comprende, además:

un primer intercambiador (24) de calor conectado para recibir refrigerante desde el compresor (22);

15 un dispositivo (28) de expansión conectado para recibir refrigerante desde el primer intercambiador de calor; y

un segundo intercambiador (30) de calor conectado para recibir refrigerante desde el dispositivo de expansión y para suministrar refrigerante al compresor.

4. El sistema de la reivindicación 1, en donde, el motor (40) eléctrico es hecho funcionar a la primera frecuencia (f_1) durante un primer periodo de tiempo (t_1) y a la segunda frecuencia (f_2) durante un segundo periodo de tiempo (t_2).

20 5. El sistema de la reivindicación 1, en donde el controlador (42) es sensible a un sensor (46).

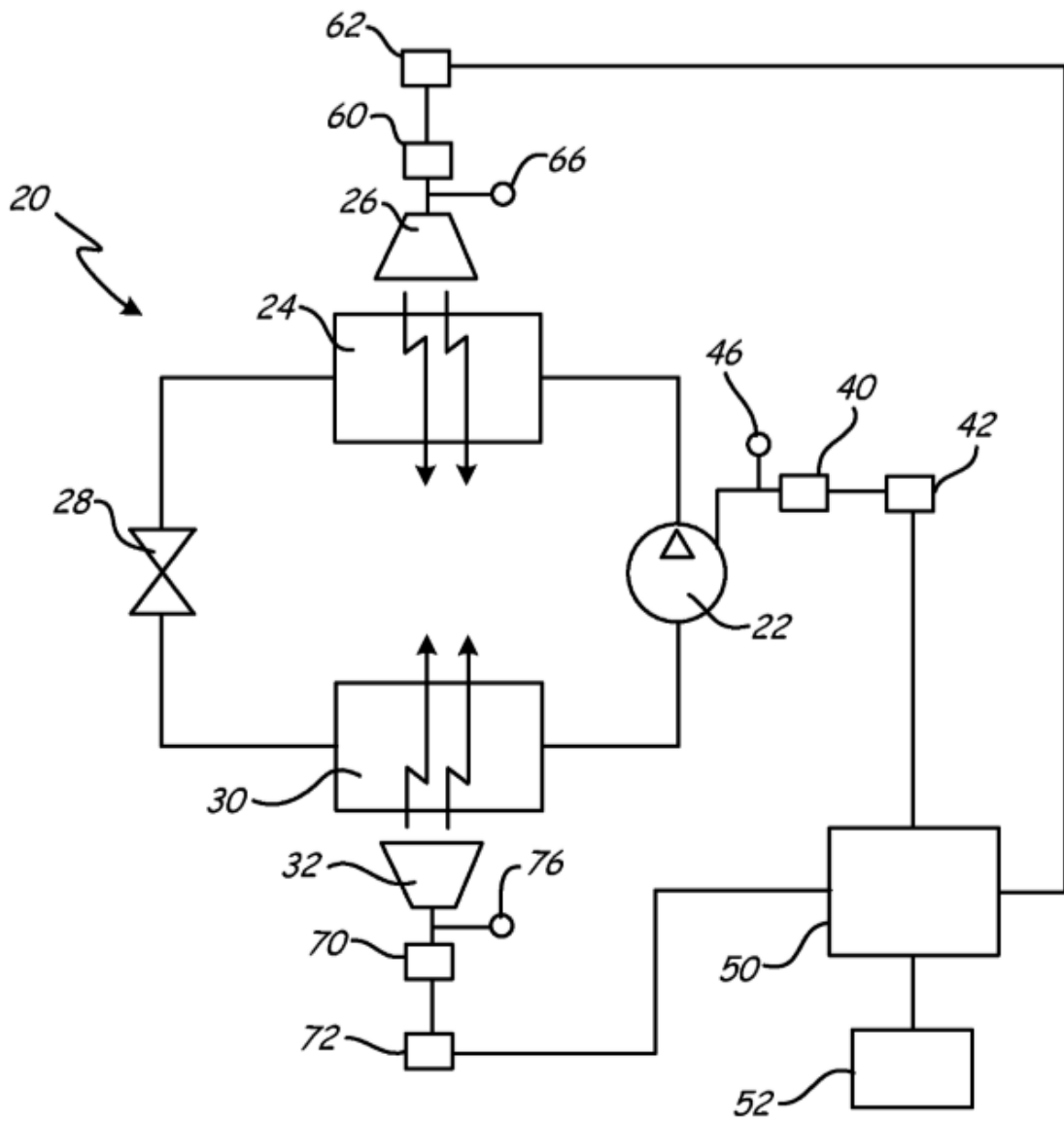


Fig. 1

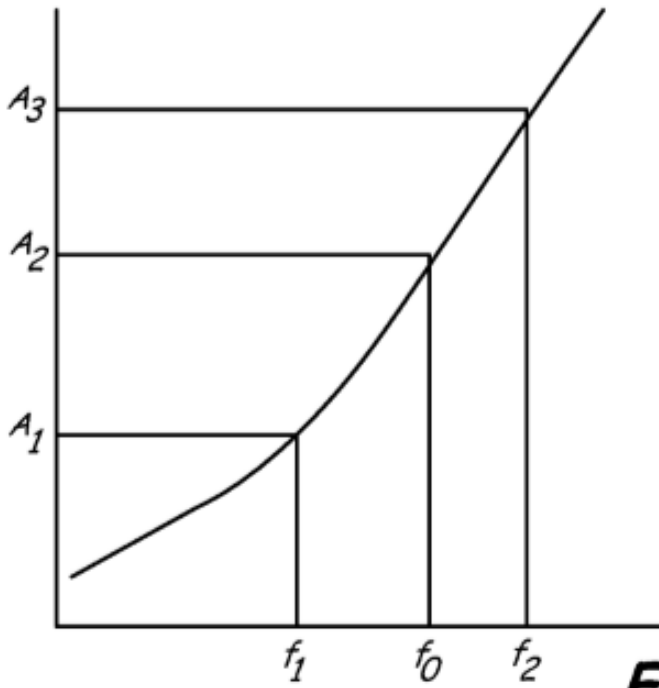


Fig.2A

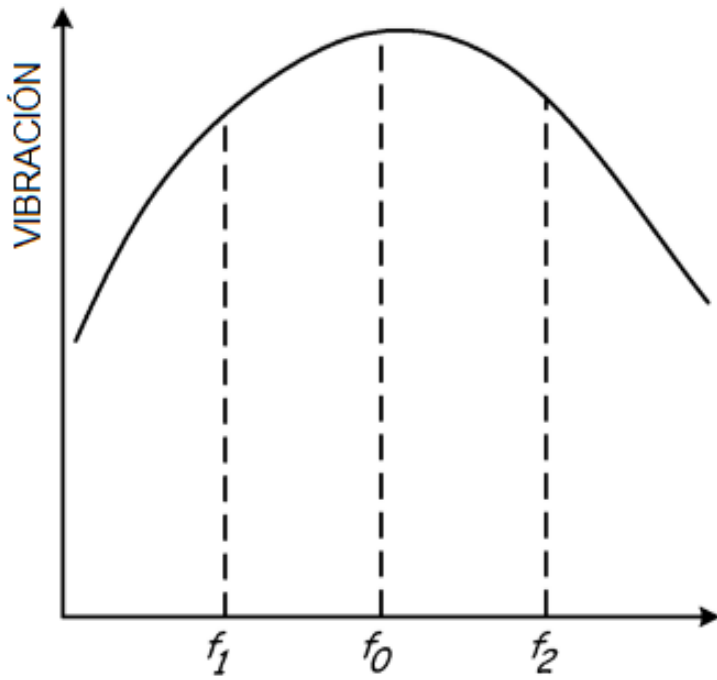


Fig.2B

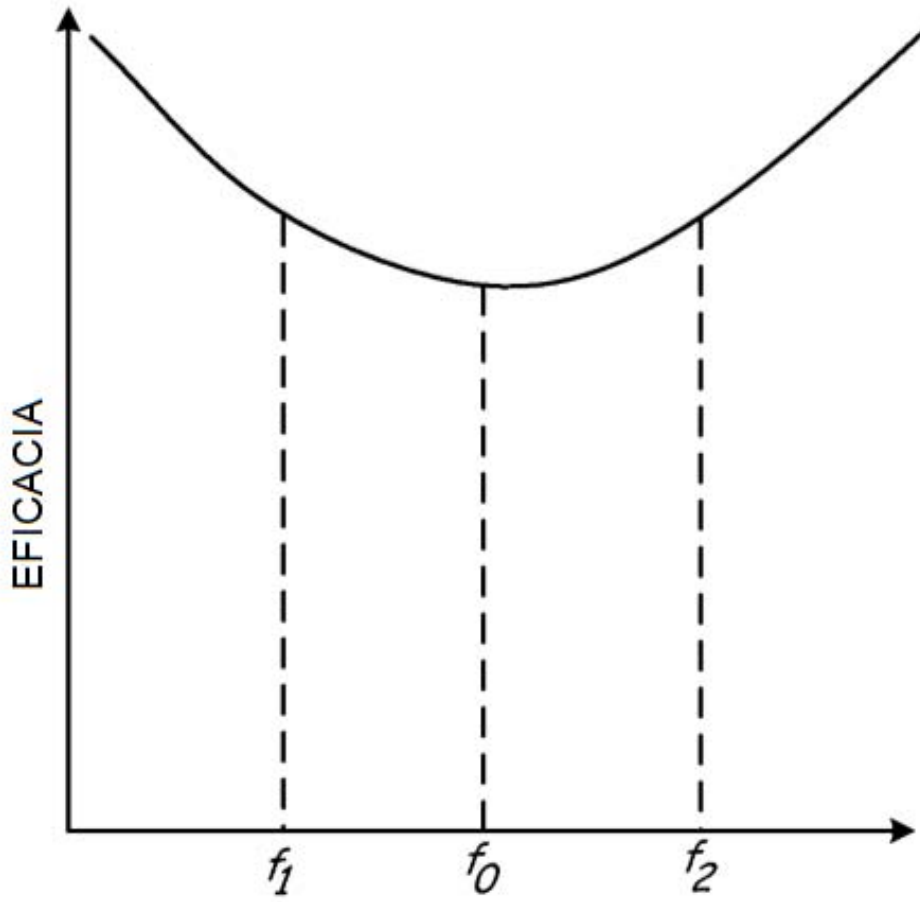


Fig. 2C