

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 442**

51 Int. Cl.:
G01M 3/00 (2006.01)
G01M 3/26 (2006.01)
H02K 9/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10183282 .2**
96 Fecha de presentación: **15.05.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **2275794**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **19.01.2011**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de ensayo de la integridad**

30 Prioridad:
20.05.2002 US 150489

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
28.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
28.05.2012

73 Titular/es:
General Electric Company
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US

72 Inventor/es:
Wheeler, Scott Andrew y
Lusted, Roderick Mark

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 381 442 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

Procedimiento y dispositivo de ensayo de la integridad.

5 La presente invención se refiere a un kit de adquisición automática de datos que está compuesto por un equipo de adquisición de datos, sensores de presión, y sensores de temperatura junto con el equipo mecánico que se utiliza con los bastidores de ensayo de integridad hidráulica (HIT) para ensayar los sistemas de barras de estator refrigerados por líquido localizados dentro de los generadores eléctricos. El kit proporciona capacidades de adquisición automática de datos para las tareas de los ciclos de disminución de presión y disminución del vacío, una mayor precisión de los datos de disminución de presión y disminución del vacío, y un tiempo de ciclo reducido. Una lógica informática calcula los coeficientes de fuga para cada una de estas tareas. Adicionalmente, el equipo puede
10 utilizarse para determinar y/o compensar las fugas en el equipo de ensayo.

15 Los equipos dinamoeléctricos grandes, tales como generadores, típicamente utilizan sistemas ramificados de refrigeración por fluido. Ciertas partes de dichos equipos, tales como las bobinas del estator, son refrigeradas internamente mediante la circulación de un líquido. Generalmente, la atmósfera operacional de estas partes es hidrógeno presurizado. La presión del refrigerante en la bobina es menor, por diseño, que la presión del ambiente de hidrógeno. Teóricamente, una fuga en una bobina que porta refrigerante debería permitir la entrada de hidrógeno en la bobina antes que evacuar el fluido a la atmósfera. Desafortunadamente, una burbuja de dicho gas de hidrógeno dentro de la bobina es suficiente para bloquear al menos parcialmente el paso del refrigerante fluido, creando así puntos calientes que deterioran el aislamiento del estator, disminuyen la conductividad y finalmente provocan la parada del equipo.

20 Los ensayos periódicos de la conductividad en los estatores son útiles en la prevención de accidentes y paradas no programadas del equipo. El resultado de tales ensayos depende, hasta cierto punto, de que primero se eliminen todos los fluidos y contaminantes de las líneas de refrigeración. Los protocolos de ensayo periódico también son útiles para determinar avisos anticipados de roturas en la integridad de las líneas, por minúsculas que sean. En la Patente Estadounidense N° 5.287.726 se da a conocer un bastidor de ensayo de la integridad hidráulica.

25 El documento US 6 367 311 B1 da a conocer un procedimiento para ensayar las fugas en el estator refrigerado por agua de un generador, y un bastidor de ensayo para utilizar con el procedimiento.

El documento US 4 766 557 da a conocer un aparato para monitorizar las fugas de gas de hidrógeno dentro del sistema de refrigeración por agua de las bobinas del estator de un generador eléctrico refrigerado por hidrógeno.

30 El documento US 3 755 702 da a conocer máquinas dinamoeléctricas refrigeradas por gas y por líquido; y, en particular, un medio para aumentar temporal e intermitentemente el flujo volumétrico del refrigerante líquido a través del sistema de refrigeración líquida.

35 Uno de los ensayos efectuados con la utilización de bastidores de HIT es un ensayo de la disminución de la presión, que mide la caída de presión a lo largo del tiempo en un sistema de barras de estator refrigerado por líquido de un generador, que tenga una fuga potencial. Los procedimientos actuales para llevar a cabo el ciclo de ensayo de la disminución de la presión consisten en llevar a cabo el ensayo durante un periodo de veinticuatro horas y registrar manualmente las lecturas cada hora. Sin embargo, con un coeficiente de muestreo de una lectura por hora y con el registro manual de puntos de datos que incluyen la presión interna, la presión atmosférica y múltiples lecturas de la temperatura pueden producirse inexactitudes. Adicionalmente, las mediciones de volumen imprecisas correspondientes a las tuberías internas del bastidor de HIT, los tanques de presión, las válvulas y las tuberías de interconexión entre el bastidor de HIT y el generador falsean los datos introducidos para los cálculos del ciclo de disminución de la presión, añadiendo un nivel de imprecisión a los resultados. Adicionalmente, las mediciones imprecisas de la temperatura pueden socavar el ensayo debido a la dependencia de la temperatura con respecto a la presión interna. Adicionalmente, puede reducirse significativamente el periodo de veinticuatro horas para el ensayo con el fin de acortar el tiempo de parada total.

45 Otra ensayo efectuado con la utilización de bastidores de HIT es un ensayo de la disminución del vacío, que mide un aumento de la presión a lo largo del tiempo en un sistema de barras de estator refrigerado por líquido, con una fuga potencial, tras ser puesto en un estado de vacío o de presión reducida. Sin embargo, en los procedimientos convencionales de ensayo de la disminución del vacío también se producen problemas similares a los del ensayo de la disminución de la presión.

50 En un aspecto de la invención, se proporciona un kit de adquisición automática de datos para su uso en un bastidor de ensayo de la integridad hidráulica para ensayar un sistema de barras de estator refrigerado por líquido según lo definido en la reivindicación 1.

En otro aspecto de la invención, en la reivindicación 4 se proporciona un procedimiento para adquirir datos

automáticamente para ensayar un sistema de refrigeración de un generador.

A continuación se describirán realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

5 La FIGURA 1 muestra un kit de adquisición automática de datos dispuesto entre un sistema de barras de estator refrigerado por líquido y un bastidor de ensayo de la integridad hidráulica; y

La FIGURA 2 muestra el kit de adquisición automática de datos de la FIGURA 1 con una sonda de temperatura que se extiende dentro del interior del sistema de barras de estator refrigerado por líquido.

10 El kit de adquisición automática de datos (ADL) de la presente invención funciona con cualquier sistema de barras de estator refrigerado por líquido de un generador y con cualquier bastidor de HIT que pudiera utilizarse para ensayar el sistema de refrigeración de un generador. Con referencia a la FIG. 1, el kit 10 de ADL está instalado entre el sistema de barras de estator SB y el kit de HIT. El propio kit es un paquete autocontenido que aloja los diversos componentes de hardware, incluyendo sensores de presión, sensores de temperatura, cableado, adaptadores, hardware de ordenador listo para usar, etc. El robusto sistema utiliza adaptadores para conectarse a las líneas existentes entre las tuberías del generador y el bastidor de HIT.

15 Un elemento 12 de manguito está provisto de una válvula 14 de aislamiento y unos receptáculos 16 de sensor a modo de conexiones para los sensores de temperatura y presión. La válvula 14 de aislamiento puede ser de cualquier construcción adecuada y asegura un sellado eficaz y positivo, diseñado para una larga duración en campo, para bloquear selectivamente el flujo al bastidor de HIT. Los extremos del elemento 12 de manguito están provistos de unos conectores extremos 18 para facilitar la conexión con las líneas existentes. Un conector extremo adecuado es el Quick Flange, Modelo NW 50 ISO-QF, comercializado por JPS Vacuum Products, de Norwalk, Connecticut.

20 El elemento 12 de manguito está provisto de unos elementos de conexión para alojar tres o más sensores 20 de presión de manera que los sensores estén protegidos para su uso en campo. Al utilizar tres sensores 20 de presión, tales como transductores de presión, puede utilizarse hardware y lógica de ordenador para monitorizar simultáneamente los tres sensores 20 y detectar si uno de los sensores de presión está fallando por comparación con las otras dos lecturas. Como consecuencia, pueden asegurarse unas lecturas precisas de la presión mediante la utilización del bastidor de HIT.

25 Con referencia a la FIG. 2, una sonda 22 de temperatura puede insertarse en el interior del sistema SB de barras de estator refrigerado por líquido y subsiguientemente acoplarse a un conector 24 de salida durante el montaje. El conector 24 de salida permite transmitir las señales o datos de la sonda 22 de temperatura hasta una unidad 26 de control (descrita a continuación). La sonda 22 de temperatura está preferiblemente provista de múltiples zonas 28 de monitorización de la temperatura. En la FIG. 2 se muestran tres zonas 28. Las zonas 28 de temperatura están separadas, preferiblemente separadas por igual, a lo largo de la longitud de la sonda 22. Puede incluirse una longitud de entrada de 0,91 m cerca del extremo terminal 34. Puede haber varias longitudes de sonda diseñadas y fabricadas para adaptarse a generadores de diversos tamaños, así como más o menos zonas 28 de temperatura. Por ejemplo, una longitud de la sonda puede ser de 3,048 m de largo y otra longitud puede ser de 6,096 m de largo.

30 Preferiblemente, cada una de las zonas 28 de medición estará provista de tres o más sensores 30 de temperatura, tales como termopares, RTDs (dispositivos de temperatura por resistencia) o similares, por redundancia, permitiendo al sistema de control determinar si uno o más de los sensores de temperatura está fallando. Adicionalmente, la sonda 22 está diseñada para evitar que haga contacto con la superficie de la pared del generador, por ejemplo mediante el uso de una camisa protectora con huecos de aire en las localizaciones del sensor de temperatura, o mediante una capa de malla entre la capa protectora y los sensores de temperatura.

35 Preferiblemente, la sonda 22 de temperatura está encerrada en una funda protectora para proteger los cables del sensor. La punta 32 de la sonda está construida con una pieza cónica de punta redondeada para evitar que la sonda se introduzca en las bocas laterales de los conectores de manguera. El extremo terminal 34 de la sonda está provisto de un conector fijado de manera permanente para efectuar todas las conexiones para los múltiples sensores 30 de temperatura, pero lo suficientemente compacto como para encajar dentro del diámetro de 0,0508 m de la tubería. La conexión también presenta un mecanismo de seguridad robusto y seguro para eliminar las posibilidades de una desconexión accidental. En este contexto, en una realización preferida, esta conexión debería ser suficientemente fuerte como para soportar una fuerza de tracción de al menos 66,72 N para evitar que una línea obstruida se desconecte inadvertidamente. Adicionalmente, los conectores pueden estar enchavetados para evitar la confusión del usuario. El extremo terminal 34 de la sonda 22 está acoplado con el conector 24 de salida.

La unidad 26 de control contiene un sistema de ordenador que incluye una pantalla, tal como una pantalla LCD con o sin funcionalidad táctil o similar, y recibe emisiones de datos desde los sensores 20 de presión y los sensores 30 de temperatura a través de unos cables 36 o a través de comunicación inalámbrica. En general, el sistema incluye al

menos una CPU, una memoria y componentes para interactuar con un usuario. La unidad 26 de control registra las señales de los sensores, convirtiendo los valores electrónicos en unidades de ingeniería, adquiere los datos y calcula los coeficientes de fuga y los datos teóricos relacionados, tales como la constante de disminución exponencial de las fugas en el tiempo.

5 Para llevar a cabo un ensayo, se crea una diferencia de presiones en las bobinas del generador, ya sea positivamente por medio del compresor del bastidor de HIT a 413685 - 620528,13 Pa aproximadamente, o negativamente por medio del componente de vacío del bastidor de HIT a menos de la presión atmosférica. El coeficiente de muestreo será significativamente menor que el actual coeficiente de muestreo de una lectura por hora de las disposiciones convencionales. Preferiblemente, las lecturas de datos de los diversos sensores son adquiridas a intervalos periódicos, tal como cinco a diez minutos o más, durante una duración de hasta veinticuatro horas. El sistema es capaz de registrar datos a intervalos mucho más frecuentes si se desea, tal como 0,01 Hz o más rápido. Por cada intervalo de tiempo de adquisición de datos, el software almacenado en el sistema de ordenador guarda los datos en un medio de almacenamiento interno para evitar la pérdida de los datos acumulados en caso de un corte o interrupción de la corriente. El sistema de ordenador monitoriza activamente los datos entrantes durante el ensayo y calcula un coeficiente de fugas factorizando todos los posibles efectos de error, tales como la tolerancia de los sensores, las lecturas de temperatura media, y las tolerancias del hardware. Una vez calculado un coeficiente de fugas que no esté afectado por las tolerancias mencionadas, se reporta inmediatamente el coeficiente de fugas. Unas alarmas auditivas y visuales pueden acompañar al coeficiente de fugas reportado, permitiendo al operador finalizar antes el ensayo en el caso de un coeficiente de fugas que claramente supere o no supere el ciclo de disminución de la presión.

El ensayo preliminar sugiere que puede obtenerse un coeficiente de fugas calculado para un ciclo de disminución de la presión en apenas dos horas y para un ciclo de disminución del vacío en apenas una hora. Se utilizan el promediado y la lógica de ordenador para reducir el efecto de ruido y suavizar las líneas de evolución de los datos. Asumiendo que todos los sensores funcionan apropiadamente, se registran los puntos de datos registrados como promedio de los múltiples sensores en una localización específica. Tal como se ha mencionado anteriormente, el sistema de ordenador detecta si uno de los múltiples sensores está defectuoso comparando sus lecturas con los sensores correspondientemente situados. En caso de que se detecte un sensor defectuoso, el sistema utiliza únicamente la lectura media de los sensores restantes. El sistema también indicará visualmente al usuario qué sensor puede estar defectuoso y que su lectura no está siendo adquirida ni utilizada en los cálculos.

30 Para el ciclo de disminución de la presión, pueden adquirirse datos durante cuatro a veinticuatro horas, dependiendo del coeficiente de fugas calculado. Tras cuatro horas, puede calcularse un coeficiente de fugas promedio y reportarse al usuario. Si el coeficiente de fugas tiene una naturaleza de estado uniforme y valor constante, entonces pueden aplicarse los criterios de superación/fallo y entonces puede detenerse el ensayo. Si el coeficiente de fugas aún resulta fluctuante y no puede obtenerse una línea de evolución, entonces no se reporta el coeficiente de fugas y continúa ejecutándose el ensayo durante otros quince minutos. Subsiguientemente, a partir de ese momento, cada quince minutos la misma lógica evalúa la línea de evolución y determina si existe un coeficiente de fugas digno de reportarse.

El sistema de ordenador de la unidad 26 de control calcula el coeficiente de fugas en base a la ley de los gases perfectos:

$$40 \quad pv = mR_{\text{aire}}T$$

en donde

p = Presión Interna Absoluta (47,88 Pa)

v = Volumen Interno (0,028317 m³)

m = Masa del Aire (0,453592 kg)

45 T = Temperatura absoluta del aire (-272,594444 °C)

R_{aire} = Constante del aire (valor de 53,384 para el aire)

La ecuación resultante para calcular el coeficiente de fugas es:

$$L = \frac{239,36 \cdot V}{H} \cdot \left\{ \frac{M1 + B1}{273,15 + T1} - \frac{M2 + B2}{273,15 + T2} \right\}$$

en donde:

L = Coeficiente de Fugas (3,27741 E-07 m³/s)

V = Volumen de ensayo (0,028317 m³)

H = Tiempo en el ensayo (3600 s)

5 B1, B2 = Presión atmosférica (Pa) Inicial (B1) y Final (B2)

M1, M2 = Presión (Pa) de la bobina Inicial (M1) y Final (M2)

T1, T2 = Temperatura (°C) de la bobina Inicial (T1) y Final (T2)

10 El coeficiente de fugas puede evaluarse más rápidamente utilizando helio. Esto es, en vez de presurizar las bobinas utilizando el compresor del bastidor de HIT, puede utilizarse helio embotellado. Si el usuario comprueba la presión con helio, una opción del software permite al usuario indicar esta aplicación. Luego se multiplicará el coeficiente de fugas calculado por 0,385 para convertir el coeficiente de fugas para el helio al coeficiente de fugas para el aire.

15 En una realización ejemplar de la invención, el valor de superación o fallo para este coeficiente de fugas es 3,27741 E-07 m³/s. Por supuesto, otros valores/condiciones predefinidos pueden ser apropiados para un sistema particular. El software utiliza esta condición predefinida para su lógica al tiempo que factoriza todas las tolerancias e imprecisiones de los sensores antes de reportar un resultado de superación o de fallo al usuario.

20 Para el ciclo de disminución del vacío, los datos serán preferiblemente adquiridos de manera continua entre una y cuatro horas. Tras una hora, puede calcularse un coeficiente de fugas promedio y reportarse al usuario. Si el coeficiente de fugas tiene una naturaleza de estado uniforme y valor constante, entonces pueden aplicarse los criterios de superación/fallo y luego puede detenerse el ensayo. Si el coeficiente de fugas aún resulta fluctuante y no puede obtenerse una línea de evolución, entonces no se reporta el coeficiente de fugas y continúa ejecutándose el ensayo durante otros quince minutos. Subsiguientemente, a partir de ese momento, cada quince minutos la misma lógica evalúa la línea de evolución y determina si existe un coeficiente de fugas digno de reportarse.

Para determinar el coeficiente de fugas utilizando el ciclo de disminución del vacío, el sistema de ordenador de la unidad 26 de control utiliza la siguiente ecuación:

25
$$L = \frac{3,06 \cdot V \cdot P \cdot 10^{-4}}{T}$$

en donde:

L = Coeficiente de Fugas (3,27741 E-07 m³/s)

P = Cambio en la Presión, P2-P1 (133,322 Pa)

T = Tiempo en el ensayo (3600 s)

30 V = Volumen de ensayo (0,028317 m³)

El valor de superación o fallo para este coeficiente de fugas es 9,83 E-07 m³/s. El software utiliza este valor para su lógica al tiempo que factoriza todas las tolerancias e imprecisiones de los sensores antes de reportar un resultado de superación o de fallo al usuario.

35 Puede efectuarse un correspondiente ensayo de disminución del vacío en el equipo del bastidor de HIT para validar cualquier coeficiente de fugas menor en el hardware de ensayo. En una realización preferida, los coeficientes de fugas de este ensayo no deberán exceder de 4,92E-08m³/s, dado que entonces el equipo tendría que ser reemplazado por problemas de fugas. Este ensayo se ejecuta durante un margen de entre diez y treinta minutos, mientras que los coeficientes de fugas son calculados y reportados visualmente al usuario tras diez minutos aproximadamente.

40 Un procedimiento alternativo para calcular los coeficientes de fugas puede ser evaluar la constante de tiempo para que se produzca una disminución exponencial de la presión o del vacío a media vida. También pueden utilizarse otros procedimientos físicos o teóricos.

Para determinar el volumen de ensayo V para su uso tanto en un ciclo de disminución de la presión como en un ciclo de disminución del vacío, una vez que se han presurizado las bobinas a P1, se cierra la válvula 14 de aislamiento, y

se desconecta la manguera que conecta el bastidor de HIT. Luego se incorpora un volumen conocido, V1 al elemento 12 de manguito. Una vez conectada y sellada, se abre la válvula 14 de aislamiento, y se adquiere una nueva presión, P2, para ambos volúmenes. La siguiente fórmula se utiliza para luego calcular el volumen interno de las bobinas:

$$V_{bobina} = \frac{V_{conocido} P_2}{P_1 - P_2}$$

en donde:

V_{bobina} = Volumen interno de las barras de estator refrigeradas por líquido

$V_{conocido}$ = Volumen conocido incorporado al elemento de manguito

P1 = Presión interna absoluta antes de abrir la válvula de aislamiento

P2 = Presión interna absoluta tras abrir la válvula de aislamiento

A través de la interfaz del sistema de ordenador y la pantalla y el software almacenado en el sistema de ordenador, el usuario puede seleccionar una vista del valor técnico, líneas de evolución o lectura media de cada sensor individual. Alternativamente, el usuario puede representar visualmente grupos de valores técnicos, líneas de evolución o lecturas medias de sensores, tal como de todos los sensores de temperatura, en un único encabezamiento. También puede representarse visualmente el actual coeficiente de fugas calculado, si está disponible, o el rango de los coeficientes de fugas calculados hasta el momento. A través de la interfaz del usuario, el usuario puede ampliar y reducir un periodo de tiempo específico en funciones/representaciones específicas, seleccionar qué ensayo ejecutar (disminución de la presión, disminución del vacío, o un ensayo del vacío en el equipo del bastidor de HIT), iniciar, detener y resetear periodos de recogida de datos para cada ensayo, guardar en un medio desmontable los puntos de datos adquiridos y los coeficientes de fugas calculados, seleccionar unidades técnicas, es decir, Pascal, psi, pulgadas de Hg, etc. El sistema adicionalmente incluye un botón de "reseteo" o una función de autoensayo/valor por defecto/puesta a cero.

Como alternativa a conectar directamente los cables 36 a la unidad 26 de control, puede utilizarse una caja de empalmes (no representada), mediante la cual si un generador tiene cabezales de tuberías de las barras de estator en extremos opuestos (flujo de un sentido), la caja de empalmes eliminaría la necesidad extender múltiples cables a través de la bancada de la turbina. En su lugar, la caja de empalmes tiene un cable encamisado que la conecta con la unidad 26 de control. Los cables de sensor únicamente conectan con la caja de empalmes en ese extremo del generador, y se reduce la cantidad de cables que abarrotan la zona. La caja de empalmes también elimina los efectos de EMI dado que la caja de empalmes transmite señales digitales en vez de señales analógicas de vuelta al módulo principal.

Preferiblemente, todo el hardware, conexiones, sensores, juntas, mamparos, etc. están diseñados para soportar al menos una presión positiva de 1034213,55 Pa y un vacío de 5×10^{-4} TORR a través de un rango de temperatura de entre -20 y 80°C. Estos valores, por supuesto, son ejemplares y pueden ser alterados de acuerdo con las condiciones y parámetros operativos particulares.

Preferiblemente, los sensores deberán ser elegidos o diseñados para evitar las interferencias de ruido, tales como las EMF. Los sensores 30 de temperatura, tales como termopares o RTDs, deberían ser capaces de detectar valores de temperatura en el rango de entre 0 y 60°C, con una precisión absoluta de 0,5°C, y una precisión relativa (linealidad) de 0,2°C. Los sensores de presión internos, tales como transductores de presión, deberían ser capaces de detectar valores de presión en el rango de 0-689475,7 Pa, con una precisión absoluta del 0,05% en la escala total, y una precisión relativa (linealidad) del 0,05% en la escala total. Los sensores de presión atmosférica deberían ser capaces de detectar valores de presión en el rango de 0-103421,355 o 0-137895,14 Pa, con una precisión absoluta del 0,05% en la escala total, y una precisión relativa (linealidad) del 0,05% en la escala total. Alternativamente pueden utilizarse sensores de presión para detectar las presiones tanto interna como atmosférica. Los sensores de presión pueden estar provistos de un circuito integrado para informar sobre cambios de temperatura dentro del rango de temperatura operativo especificado y tener un efecto térmico de 0,003% o menos. De manera similar a lo anterior, estos valores son ejemplares y pueden ser alterados de acuerdo con las condiciones y parámetros operativos particulares.

El kit de ADL de la invención ofrece una precisión muy mejorada para determinar el actual coeficiente de fugas de un sistema de barras de estator y es capaz de deducir resultados de superación o fallo en un menor periodo de tiempo. Al digitalizar el procedimiento de recogida de datos, el sistema automatizado registra múltiples puntos de datos hasta el nivel de 500 Hz, y más allá del mismo. Este sistema tiene la capacidad de autogenerar argumentos, cálculos y conclusiones y tiene la capacidad de transmitir los datos de diversas maneras, incluyendo, pero sin estar limitado a, conexiones en serie, conexiones USB, conexiones por infrarrojos, y conexiones de Internet tales como LAN, módems por cable, o módems por satélite.

REIVINDICACIONES

1.- Un kit de adquisición automática de datos para su uso en un bastidor de ensayo de integridad hidráulica para ensayar un sistema de barras de estator refrigerado por líquido, comprendiendo el kit de adquisición automática de datos:

5 un elemento (12) de manguito que incluye unos conectores extremos (18) que pueden sujetarse entre el sistema de barras de estator refrigerado por líquido y el kit de ensayo de la integridad hidráulica, comprendiendo el elemento de manguito una pluralidad de receptáculos (16) de sensor a través de una superficie exterior; al menos un sensor (20) de presión operativamente asegurable en un segundo de los receptáculos de sensor

10 al menos una sonda (22) de temperatura que tiene un conector (24) de salida operativamente asegurable a un primero de los receptáculos de sensor;

al menos un sensor (20) de presión operativamente asegurable a un segundo de los receptáculos de sensor
una unidad (26) de control que recibe una salida desde la al menos una sonda de temperatura y el al menos un sensor de presión, estando adaptada la unidad de control para calcular un coeficiente de fugas en base a las señales de salida recibidas desde los sensores; **caracterizado porque** la al menos una sonda (22) de temperatura comprende una sonda de temperatura alargada insertable en el interior del sistema de barras de estator refrigerado por líquido, comprendiendo la sonda de temperatura múltiples zonas (28) de sensor separadas a lo largo de la sonda de temperatura.

15

2. Un kit de adquisición automática de datos de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual cada una de las múltiples zonas de sensor comprende múltiples sensores (30) de temperatura.

20

3. Un kit de adquisición automática de datos de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende múltiples sensores (20) de presión operativamente asegurables en al menos un correspondiente receptáculo (16) de sensor.

4. Un procedimiento para adquirir datos automáticamente para ensayar un sistema de refrigeración de un generador con el kit de adquisición de datos de cualquier reivindicación precedente, comprendiendo el procedimiento:

25 (a) adquirir datos referentes a la temperatura y a la presión dentro del sistema de refrigeración de un generador, siendo recibidos los datos desde unas salidas de sensor acopladas operativamente con el sistema de refrigeración de un generador.

(b) calcular automáticamente un coeficiente de fugas en base a los datos adquiridos.

5. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende adicionalmente designar el coeficiente de fugas calculado en (b) como SUPERACIÓN o FALLO de acuerdo con unas condiciones predefinidas.

30

6. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual la etapa (b) se pone en práctica de acuerdo con:

$$L = \frac{239,36 \cdot V}{H} \cdot \left\{ \frac{M1 + B1}{273,15 + T1} - \frac{M2 + B2}{273,15 + T2} \right\}$$

en donde:

L = Coeficiente de Fugas (3,27741 E-07 m³/s)

35 V = Volumen de ensayo (0,028316847 m³)

H = Tiempo de ensayo (s)

B1, B2 = Presión atmosférica (3386,388 Pa) Inicial (B1) y Final (B2)

M1, M2 = Presión (3386,388 Pa) de la bobina Inicial (M1) y Final (M2)

T1, T2 = Temperatura (° C) de la bobina Inicial (T1) y Final (T2)

40 7. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, en el cual la etapa (b) se pone en práctica de acuerdo con:

$$L = \frac{3,06 \cdot V \cdot P \cdot 10^{-4}}{T}$$

en donde:

L = Coeficiente de Fugas (3,27741 E-07 m³/s)

P = Cambio en la Presión, P2-P1 (133,322 Pa)

5 T = Tiempo de ensayo (3600 s)

V = Volumen de ensayo (0,028317 m³)

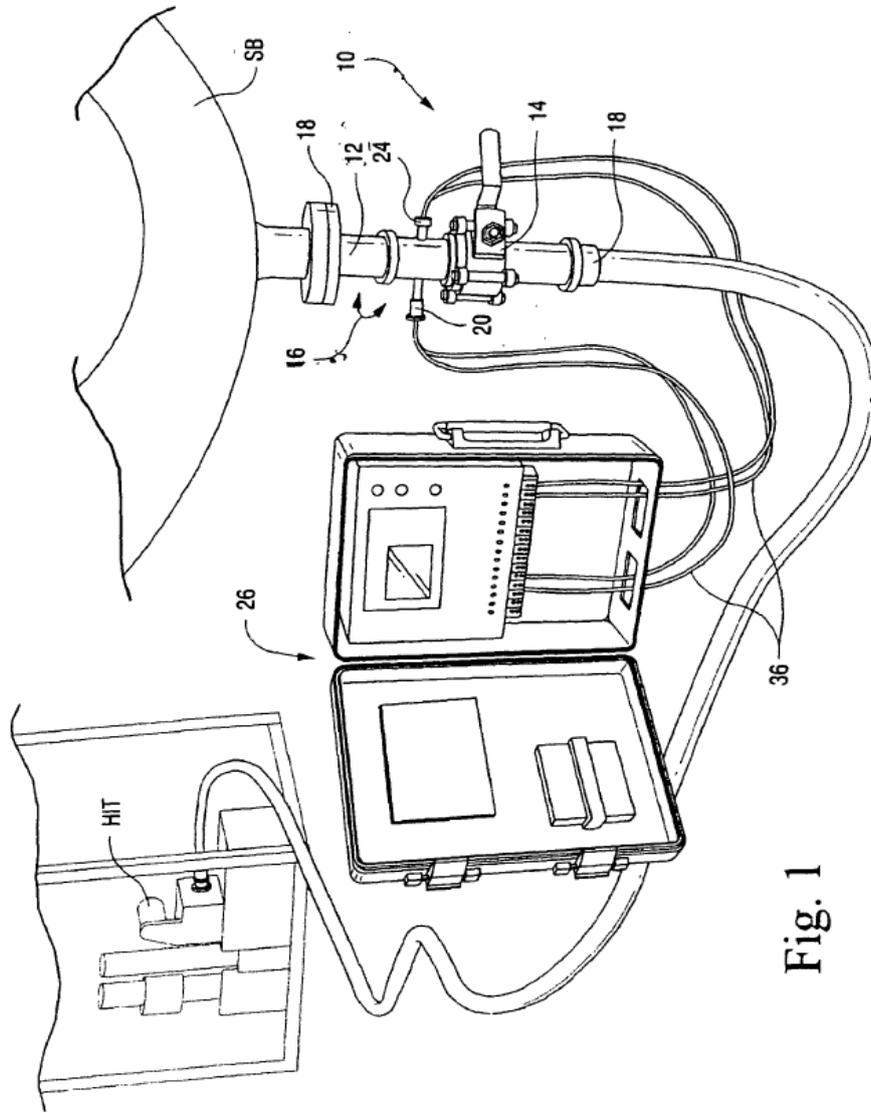


Fig. 1

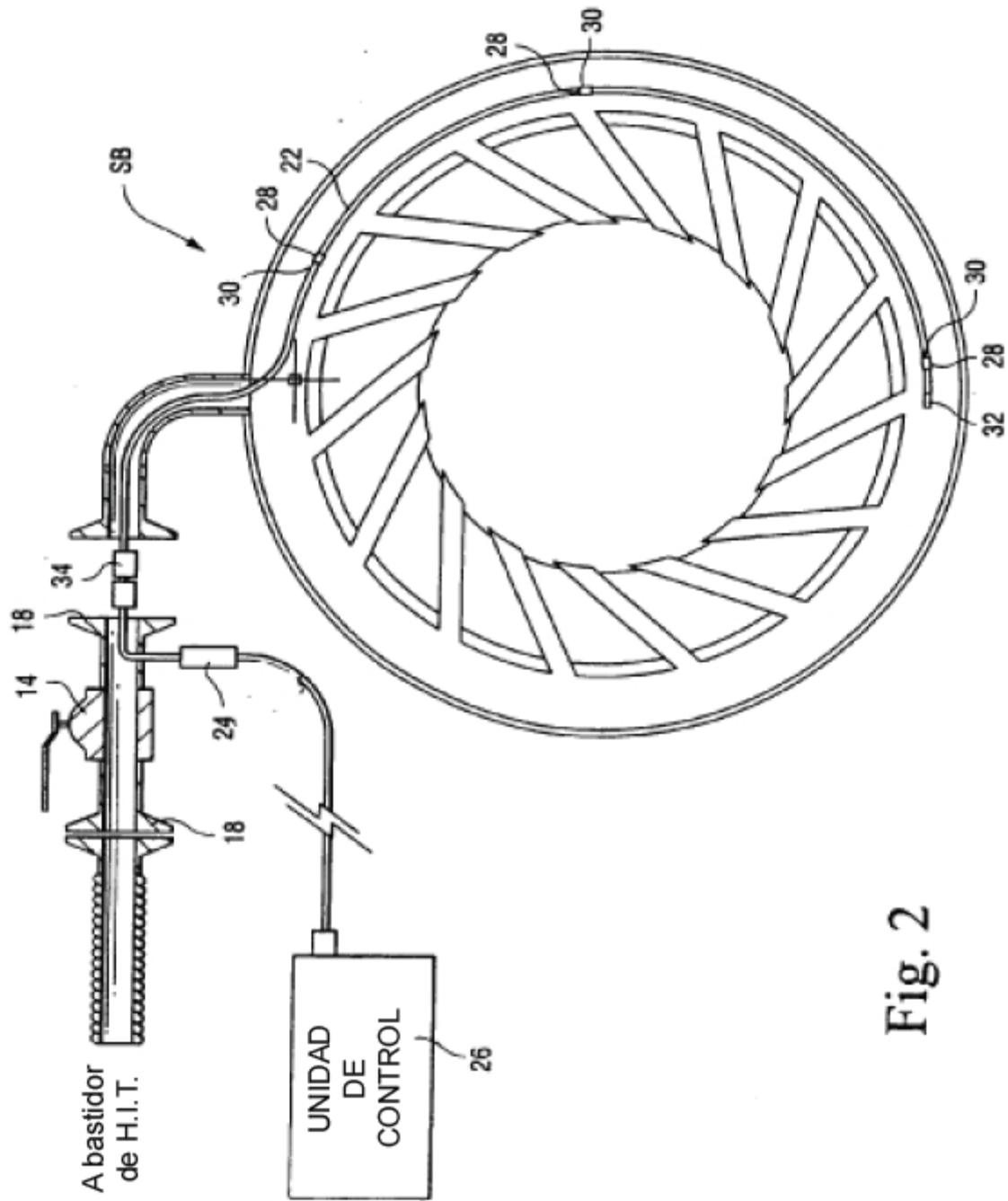


Fig. 2