

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 429 035**

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 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.05.2003 E 03253030 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2013 EP 1365223**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo de prueba de integridad**

30 Prioridad:

20.05.2002 US 150489

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

12.11.2013

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**WHEELER, SCOTT ANDREW y
LUSTED, RODERICK MARK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 429 035 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 prueba de integridad

5 La presente invención se refiere a un conjunto de registro de datos automático que se compone de un equipo de registro de datos, sensores de presión y sensores de temperatura junto con el hardware mecánico que se utiliza con instalaciones de prueba de la integridad hidráulica (HIT) para probar sistemas de barras de estator refrigeradas por líquido que se encuentra dentro de los generadores de energía. El conjunto proporciona capacidades de registrar datos automáticos para las tareas del ciclo de caída de la presión y de caída del vacío, aumento de la precisión de los datos de la caída de la presión y de la caída del vacío, y el tiempo de ciclo reducido. El ordenador lógico calcula las tasas de fuga de cada una de estas tareas. Además, el equipo se puede utilizar para determinar y/o acomodar las fugas en el equipo de prueba.

15 Los equipos dínamo eléctricos grandes, tales como generadores, suelen utilizar los sistemas de refrigeración de fluidos ramificados. Partes de este equipo, como las bobinas del estator, se enfrían internamente mediante la circulación de un líquido. Generalmente, la atmósfera operativa de estas partes es hidrógeno presurizado. La presión del líquido refrigerante en la bobina es menor, por diseño, que la presión de la presión ambiente de hidrógeno. Teóricamente, una fuga en un refrigerante que lleva la bobina debe permitir la entrada de hidrógeno a la bobina en lugar de la ventilación de fluido a la atmósfera. Por desgracia, una burbuja de dicho gas de hidrógeno dentro de la bobina es suficiente para al menos obstruir parcialmente el paso del fluido refrigerante, creando así los puntos calientes que deterioran el aislamiento del estator, disminuyen la conductividad y en última instancia provocan el apagado del equipo.

20 Los ensayos periódicos de la conductividad de los estatores son útiles en la prevención de accidentes y paradas no programadas de los equipos. El resultado de dichas pruebas depende, en cierta medida, del grado en el que todos los fluidos y los contaminantes se eliminen primero de las líneas de enfriamiento. Los protocolos de pruebas periódicas también son útiles para la determinación de advertencias avanzadas de averías en la integridad de las líneas. Una instalación de prueba de integridad hidráulica para la realización de estas pruebas en el equipo de dínamo eléctrica se describe en la patente US No. 5.287.726.

25 Una de las pruebas realizadas con el uso de las instalaciones HIT es una prueba de presión de caída, que mide la caída de presión a través del tiempo para un sistema de barras del estator refrigeradas por líquido con fugas potenciales en un generador. Los procedimientos actuales para ejecutar el ciclo de pruebas de caída de presión son para realizar la prueba durante un período de veinticuatro horas y grabar manualmente las lecturas una vez cada hora. Sin embargo, pueden ocurrir imprecisiones con una frecuencia de muestreo de una lectura por hora y por el registro manual de los puntos de datos, incluyendo la presión interna, la presión atmosférica y múltiples lecturas de temperatura. Aún más, las mediciones de volumen inexactas que representan la tubería interna de la instalación HIT, tanques de presión, válvulas y tuberías de interconexión entre la instalación HIT y el generador se difunden en la entrada de datos para los cálculos en el ciclo de caída de presión, añadiendo un nivel de imprecisión en los resultados. Además, las mediciones de temperatura inexactas pueden socavar la prueba debido a la dependencia de la temperatura por la presión interna. Además, el período de veinticuatro horas para la prueba se puede reducir de manera significativa para reducir el tiempo total de interrupción.

30 Otra prueba que se realiza con el uso de las instalaciones HIT es una prueba de caída de vacío, que mide un aumento en la presión en el tiempo para un sistema de barra del estator refrigerada por líquido con fugas potenciales después de ser colocado en un estado de vacío o presión reducida. Problemas similares a los de la prueba de caída de presión, sin embargo, también se producen con los procedimientos convencionales de ensayo de caída de vacío.

35 El documento US 6.367.311 da a conocer una instalación de prueba que incluye equipos para el secado de canales de agua en el estator de un generador refrigerado por agua antes de probar el estator para fugas de agua. El equipo incluye una sección de presión para el suministro de aire comprimido para el estator y una sección de vacío para aplicar vacío al estator.

40 El documento US 4.766.557 da a conocer un aparato que proporciona una indicación de fuga de gas desde el interior de un generador eléctrico en un sistema de agua de refrigeración de circuito cerrado para los generadores de bobinas del estator. El sistema de agua de refrigeración de circuito cerrado incluye un tanque de agua para la desgasificación con el volumen cerrado encima del nivel del agua que está siendo ocupado por un gas del mismo tipo que el interior del generador.

45 El documento US 3.755.702 da a conocer un medio para obligar a un aumento de la cantidad de refrigerante líquido a través del sistema de refrigerante líquido durante breves períodos de sobrecarga transitoria de una máquina dinamoeléctrica, así como sobre una base regular y periódica.

50 De acuerdo con un aspecto, se proporciona un conjunto automático de registro de datos como el reivindicado en la reivindicación 1.

Diversas realizaciones de la presente invención se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Las realizaciones de la invención se describirán ahora, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La figura 1 muestra el conjunto de registro de datos automático dispuesto entre un sistema de barra de estator refrigerada por líquido y una instalación prueba de integridad hidráulica, y

5 La figura 2 muestra los datos de registro automático del conjunto de la figura 1 con una sonda de temperatura que se extiende dentro de un interior del sistema de barras del estator refrigeradas por líquido.

10 El conjunto de registro de datos automático de la presente invención funciona con cualquier sistema de barras de estator refrigeradas por líquido del generador y cualquier instalación HIT que podría ser utilizada para probar un sistema de refrigeración del generador. Con referencia a la figura 1, el conjunto de ADL 10 está instalado entre el sistema de barras de estator SB y la instalación HIT. El juego en sí es un alojamiento del paquete autónomo de los distintos componentes de hardware, incluyendo sensores de presión, sensores de temperatura, cableado, adaptadores, hardware de ordenador listo para el campo, etc. El robusto sistema utiliza adaptadores para sondear en las líneas existentes entre las tuberías del generador y la instalación HIT.

15 Una pieza de carrete 12 está provista de una válvula de aislamiento 14 y de receptáculos de sensor 16 como conexiones para los sensores de temperatura y presión. La válvula de aislamiento 14 puede estar formada de cualquier construcción adecuada y asegura un sellado positivo y robusto diseñado para la longevidad del uso de campo para bloquear selectivamente el flujo de la instalación HIT. Conectores de extremo 18 se proporcionan en los extremos de la pieza de carrete 12 para facilitar la conexión a las líneas existentes. Un conector de extremo adecuado es la brida rápida, Modelo NO 50 ISO-QF disponible por parte de JPS Vacuum Products de Norwalk, Connecticut.

20 La pieza de carrete 12 está provista de disposiciones de tubería para encerrar tres o más sensores de presión 20 de manera que los sensores están protegidos para uso en el campo. Uso de tres sensores de presión 20, tales como transductores de presión, hardware y lógica informáticos se puede utilizar para monitorizar los tres sensores 20 y al mismo tiempo detectar si uno de los sensores de presión no funciona correctamente mediante la comparación con las otras dos lecturas. Como consecuencia, se pueden garantizar las lecturas de presión precisas en todo uso el conjunto de ADL.

25 Con referencia a la figura 2, una sonda de temperatura 22 es insertable dentro de un interior del sistema de barra de estator refrigerada por líquido SB y posteriormente se acopla a un conector de salida 24 durante el montaje. El conector de salida 24 permite que las señales o datos de la sonda de temperatura 22 sean transmitidos a una unidad de control 26 (descrita a continuación). La sonda de temperatura 22 se proporciona preferiblemente con múltiples zonas 28 de control de la temperatura. Tres zonas 28 se muestran en la figura 2. Las zonas de temperatura 28 están espaciadas, preferentemente igualmente espaciadas, a lo largo de la longitud de la sonda 22. Puede incluirse una longitud de entrada de tres pies cerca de la terminal 34. Puede haber varias sondas de diferente longitud diseñadas y fabricadas para permitir generadores de diferentes tamaños, así como más o menos zonas de temperatura 28. Por ejemplo, una longitud de la sonda puede ser diez pies (3,048 m) de largo, con otra longitud siendo de veinte pies (6,096 m) de largo.

30 Preferiblemente, cada una de las zonas de medición 28 se proporciona con tres o más sensores de temperatura 30, tales como termopares, RTD (dispositivos de temperatura por resistencia) o similares para redundancia, que permite al sistema de control determinar si uno o más de los sensores de temperatura está funcionando mal. Además, la sonda 22 está diseñada para evitar que se ponga en contacto con la superficie de la pared del generador, por ejemplo, mediante el uso de una funda protectora con espacios de aire en las ubicaciones de los sensores de temperatura o a través de una capa de malla entre la capa protectora y los sensores de temperatura.

35 Preferiblemente, la sonda de temperatura 22 está encerrada en una funda de protección para proteger los cables del sensor. La punta 32 de la sonda se construye con una pieza de cono de nariz redondeada para evitar que la sonda entre en los puertos laterales para las boquillas de la manguera. El extremo terminal 34 de la sonda está provista de un conector fijado permanentemente para hacer todas las conexiones de los múltiples sensores de temperatura 30, sin embargo, siendo lo suficientemente compacto como para caber dentro de la tubería de diámetro de dos pulgadas (0,0508 m). La conexión también cuenta con un mecanismo de seguridad robusta y segura para eliminar el riesgo de desconexión accidental. En este contexto, en una realización preferida, esta conexión debe ser lo suficientemente fuerte como para resistir una fuerza de tracción de al menos quince libras para prevenir que una línea acoplada se desconecte involuntariamente. Además, las conexiones pueden codificar de forma adecuada para evitar la confusión del usuario. El extremo terminal 34 de la sonda 22 se acopla con el conector 24 de salida.

40 La unidad de control 26 contiene un sistema de ordenador incluyendo una pantalla, tal como una pantalla LCD con o sin funcionalidad de pantalla táctil o similar, y recibe salidas de datos de los sensores de presión 20 y sensores de temperatura 30 a través de cables 36 o a través de la comunicación inalámbrica. El sistema informático de la unidad de control 26 puede ser cualquier sistema conocido adecuado para la finalidad descrita. En general, el sistema incluye al menos una CPU, la memoria y los componentes para la interfaz con un usuario. La unidad de control 26 registra las señales procedentes de los sensores, convirtiendo los valores electrónicos a unidades de ingeniería,

registra los datos y calcula las tasas de fuga y los datos teóricos relacionados, cuando el tiempo exponencial declina constante para las fugas.

Para realizar una prueba, se efectúa un diferencial de presión en las bobinas del generador, ya sea positivamente a través del compresor de la instalación HIT a alrededor de 60-90 psi (413685 - 620528,13 Pa) o negativamente a través del componente de vacío de la instalación HIT a menos que la presión atmosférica. La frecuencia de muestreo será significativamente más pequeña que la frecuencia de muestreo actual de una lectura por hora de las disposiciones convencionales. Preferiblemente, lecturas de datos de los distintos sensores se registran a intervalos periódicos, tales como cada cinco a diez minutos o más para una duración de hasta veinticuatro horas. El sistema es capaz de grabar los datos en intervalos más frecuentes si se desea, tales como 0,01 Hz o más rápido. Para cada intervalo de registro de datos, el software almacenado en el sistema informático guarda los datos en medios de almacenamiento interno para evitar la pérdida de los datos acumulados en el caso de un apagón o interrupción. El sistema informático monitoriza de forma activa los datos entrantes durante la prueba y calcula una factorización de la tasa de fugas en todos los posibles efectos del error, tales como la tolerancia del sensor, lecturas de temperatura media, y las tolerancias de hardware. Una vez que se calcula una tasa de fuga que no se ve afectada por las tolerancias indicadas, la tasa de fugas se informa inmediatamente. Alarmas sonoras y visuales pueden acompañar a la tasa de fuga informada, lo que permite al operador poner fin a la primera prueba para una tasa de fuga que pasa con claridad o falla el ciclo de caída de presión.

Las pruebas preliminares sugieren que una tasa de fugas calculada a partir de un ciclo de caída de presión se puede lograr en tan poco como dos horas y de un ciclo de caída de vacío en tan poco como una hora. Se utiliza el promediado y la lógica del ordenador para reducir el efecto del ruido y las líneas de tendencia de datos estables. Suponiendo que todos los sensores están funcionando correctamente, los puntos de datos registrados se registran como la media de los múltiples sensores en una ubicación específica. Como se señaló anteriormente, el sistema de ordenador detecta si uno de los múltiples sensores es defectuoso mediante la comparación de sus lecturas con sensores situados correspondientemente. En el caso de que se detecte un sensor defectuoso, el sistema utiliza sólo la lectura promedio entre los sensores restantes. El sistema también indica visualmente al usuario a través de la pantalla del sensor que puede ser defectuoso y que su lectura no se está registrando ni se utiliza en los cálculos.

Para un ciclo de caída de presión, los datos se pueden registrar de cuatro a veinticuatro horas, dependiendo de la tasa de fugas calculada. Después de cuatro horas, una tasa de fuga promedio puede ser calculada e informada al usuario. Si la tasa de fuga es de una naturaleza en estado estacionario y valor constante, se pueden aplicar los criterios de aprobación/fallo y la prueba puede ser detenida. Si la tasa de fuga todavía es fluctuante sin una línea de tendencia alcanzable, entonces la tasa de fuga promedio no se informa y la prueba sigue funcionando durante otros quince minutos. Posteriormente, cada quince minutos después, la misma lógica evalúa la línea de tendencia y determina si existe una tasa de fugas reportable.

El sistema informático de la unidad de control 26 calcula la tasa de fuga en base a la ley de los gases ideales:

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

donde p = presión absoluta Interna (lb_f/ ft²) (47,88 Pa)

v = Volumen interno (ft³) (0,028317 m³)

m = masa del aire (lb_m) (0,453592 kg)

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

R_{aire}= Constante de aire (ft-lb_f/ lb_m - °R) (valor de 53,384 para el aire).

La ecuación resultante para el cálculo de la tasa de fuga es:

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

donde:

L = Tasa de fugas (ft³/ día) (3,27741 E-07 m³/ s)

V = Volumen de prueba (ft³) (0,028317 m³)

H = Tiempo en Ensayo (horas) (3600 s)

B1, B2 = presión atmosférica inicial (B1) y final (B2) ("Hg) (3386,388 Pa)

M1, M2 = presión de bobinado inicial (M1) y final (M2) ("Hg) (3386,388 Pa)

ES 2 429 035 T3

T1, T2 = de temperatura del devanado inicial (T1) y final (T2) (°C).

5 La tasa de fuga se puede evaluar más rápido con helio. Es decir, en lugar de presurizar las bobinas utilizando el compresor de deslizamiento HIT, puede utilizarse helio embotellado. Si el usuario está probando la presión con helio, una opción en el software permite al usuario indicar esta aplicación. La tasa de fuga calculada se multiplicará a continuación por 0,385 con el fin de convertir la tasa de fugas de helio para la tasa de fuga de aire.

10 En una forma de realización ejemplar de la invención, el valor de aprobación o fallo para esta tasa de fuga es de 1,0 pies³/ día (3,27741 E-07 m³/ s). Por supuesto, otras condiciones/valores predefinidos pueden ser apropiados para un sistema en particular. El software utiliza esta condición predefinida para su lógica, mientras realiza la factorización en todas las tolerancias e imprecisiones del sensor antes de informar de un resultado de aprobación o de fallo al usuario.

15 Para un ciclo de caída de vacío, los datos preferiblemente se registran continuamente en cualquier lugar de una a cuatro horas. Después de una hora, una tasa de fuga de promedio puede ser calculada e informada al usuario. Si la tasa de fuga es de una naturaleza en estado estacionario y valor constante, se pueden aplicar los criterios de aprobación/fallo y la prueba puede ser detenida. Si la tasa de fuga es todavía fluctuante sin línea de tendencia alcanzable, entonces la tasa de fuga de promedio no se informa y la prueba sigue funcionando durante otros quince minutos. Posteriormente, cada quince minutos después, la misma lógica se evalúa la línea de tendencia de nuevo y determina si existe una tasa de fugas reportable.

Para la determinación de la tasa de fugas usando el ciclo de caída de vacío, el sistema informático de la unidad de control 26 utiliza la ecuación siguiente:

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

20

donde:

L = Tasa de fugas (ft³/ día) (3,27741 E-07 m³/ s)

P = Variación de presión, P2-P1, (micrómetros) (133,322 Pa)

T = Tiempo en el Ensayo (horas) (3.600 s)

25

V = volumen de ensayo (ft³) (0,028317 m³).

El valor de aprobación o de fallo para esta tasa de fugas en una realización ejemplar de la invención es 3,0 ft³/ día (9,83E-07 m³/ s). El software utiliza este valor para su lógica y también factores en todas las tolerancias y errores del sensor antes de informar al usuario un resultado de aprobación o de fallo.

30 Una prueba de caída de vacío relacionada se puede realizar para el equipo de instalación HIT para validar las tasas de fugas menores existentes en el hardware de prueba. En una realización preferida, las tasas de fuga calculadas de esta prueba no deben exceder 0.15ft³/ día (4,92E-08 m³/ S), dado que el equipo debe sustituirse por problemas de fugas. Esta prueba se ejecuta para un rango de diez a treinta minutos, mientras que las tasas de fuga se calculan y se informan visualmente al usuario después de unos diez minutos.

35 Un procedimiento alternativo de cálculo de las tasas de fuga puede ser mediante la evaluación de la constante de tiempo para la vida media exponencial de caída presión o de caída de vacío que se produzca. Otros procedimientos físicos o teóricos también se pueden usar.

40 Para determinar el volumen de ensayo V para el uso con el ciclo de caída de presión o el ciclo de caída de vacío, después de que las bobinas están presurizadas a P1, la válvula de aislamiento 14 se cierra, y la manguera que conecta la instalación HIT se desconecta. Un volumen conocido, V1, se une entonces a la pieza de carrete 12. Una vez conectado y sellado, la válvula de aislamiento 14 se abre, y una nueva presión, P2, se adquiere para ambos volúmenes. La siguiente fórmula se utiliza a continuación, calcular el volumen interno de las bobinas:

$$V_{\text{bobina}} = V_{\text{conocido}} P_2 / (P_1 - P_2)$$

donde:

45 V_{bobina} = Volumen interno de barras del estator de refrigeración líquida

V_{conocido} = Volumen conocido unido a la pieza de carrete

ES 2 429 035 T3

P1= Presión absoluta interna antes de que se abra la válvula de aislamiento

P2= presión absoluta interna después de que se abre la válvula de aislamiento.

5 A través de la interfaz del sistema de ordenador y el monitor y el software almacenado en el sistema informático, el usuario puede seleccionar una vista de la ingeniería de valor, línea de tendencia o la lectura promedio de cada sensor individual. Alternativamente, el usuario puede mostrar los grupos de valores de ingeniería de sensores, líneas de tendencia o lecturas promedio tales como todos los sensores de temperatura en un encabezado. La actual tasa de fuga calculada, si está disponible, o el rango de tasas de fuga calculado hasta ahora también se puede mostrar. A través de la interfaz de usuario, el usuario puede acercar y alejar el zoom hacia o desde un período de tiempo específico en las funciones/los despliegues específicos, seleccionar qué prueba ejecutar (caída de presión, caída de vacío, o una prueba de vacío para equipos de instalación HIT), iniciar, detener y reiniciar los períodos de recopilación de datos para cada prueba, guardar puntos de datos registrados y tasas de fugas calculadas en un medio extraíble, seleccionar las unidades de ingeniería, es decir, Pascal, psi, pulgadas de Hg, etc. El sistema incluye además un botón de "reinicio" o auto comprobación/valor por defecto/función de puesta a cero.

15 Como una alternativa a la conexión directa de los cables 36 a la unidad de control 26, una caja de conexiones (no mostrado) puede ser utilizada, de forma que si un generador tiene cabezales de tuberías de barra de estator en los extremos opuestos (paso de flujo único), la caja de conexiones eliminaría que múltiples cables quedasen atravesados por la cubierta de la turbina. En cambio, la caja de conexiones tiene un cable con funda conectado a la unidad de control 26. Los cables del sensor a continuación sólo se conectan a la caja de conexiones en ese extremo del generador, y se reduce la cantidad de cables desordenados en el sitio. La caja de conexiones también ayuda a eliminar los efectos de EMI cuando la caja de conexiones transmite señales digitales en lugar de señales analógicas al módulo principal.

20 Preferiblemente, todo el hardware, conexiones, sensores, articulaciones, mamparos, etc. están diseñados para soportar al menos una presión positiva de 150 psig (1.034.213,55 Pa) y un vacío de 0,5 micrómetros (5×10^{-4} Torr) (0,066661 Pa) a lo largo de un intervalo de temperatura de -2 a 174 °F (-20 a 80 °C). Estos valores, por supuesto, son ejemplares y pueden ser alterados según las condiciones y parámetros particulares de operación.

25 Preferiblemente, los sensores deben ser escogidos o diseñados para evitar interferencias de ruido, tales como EMF. Los sensores de temperatura 30, tales como termopares o RTD, deben ser capaces de detectar los valores de temperatura en el rango de 0 a 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, deben ser capaces de detectar los valores de presión en el intervalo de 0-100 psig (0 a 689475,7 Pa), con una precisión absoluta de la escala total de 0,05%, y una exactitud relativa (linealidad) de la escala total de 0,05%. Los sensores de presión atmosféricos deben ser capaces de detectar los valores de presión en el intervalo de 0-15 o 0-20 psia (0-103421,355 o 0-137895,14 Pa), con una precisión absoluta de la escala total 0,05%, y una exactitud relativa (linealidad) de la escala total de 0,05%. Los sensores de presión para detectar presiones internas y atmosféricas pueden ser utilizados alternativamente. Los sensores de presión pueden estar provistos de un circuito integrado para dar cuenta de los cambios de temperatura dentro del rango de temperatura de operación especificado y tienen un efecto térmico de 0,003% o menos. Similar al anterior, estos valores son ejemplares y pueden ser alterados según las condiciones particulares de operación y parámetros.

30 El conjunto ADL de la invención ofrece una precisión muy mejorada en la determinación de la tasa de fuga real de un sistema de barras de estator y es capaz de llegar a la conclusión de resultados de aprobado o fallo en un corto periodo de tiempo. Al digitalizar el procedimiento de recogida de datos, el sistema automatizado registra múltiples puntos de datos hasta y más allá del nivel de 500 Hz. Este sistema tiene la capacidad de autogenerar gráficos, cálculos y conclusiones y tiene la capacidad de transmitir los datos de varias maneras, incluyendo pero no limitado a conexiones en serie, conexiones USB, conexiones infrarrojas, y las conexiones de Internet, tales como LAN, módems de cable o módems de satélite.

REIVINDICACIONES

5 1. Conjunto de registro de datos automático (10) para su uso con una instalación de prueba de integridad hidráulica (HIT) para probar un sistema de barras de estator refrigeradas por líquido (SB), el conjunto de registro de datos automático (10) que comprende:

10 una pieza de carrete (12) instalable entre el sistema de barras del estator refrigeradas por líquido y la instalación prueba de integridad hidráulica, la pieza de carrete (12) incluyendo conectores de extremo (18) acoplables entre el sistema de barras de estator refrigeradas por líquido y la instalación de prueba de integridad hidráulica y una pluralidad de los recipientes del sensor (16), dicha pieza de carrete (12) comprendiendo además una válvula de aislamiento (14);

al menos un sensor de temperatura (22, 28, 30) insertable dentro de un interior del sistema de barras del estator refrigeradas por líquido y que tiene un conector de salida (24) operativamente asegurable en un primero de los recipientes del sensor (16);

15 al menos un sensor de presión (20) operativamente asegurable en un segundo de los recipientes del sensor (16); y

20 una unidad de control (26) que recibe la salida desde el al menos un sensor de temperatura y al menos un sensor de presión, la unidad de control (26) está configurada para determinar un volumen de ensayo (V) para el uso con un ciclo de caída de presión o un ciclo de caída de vacío y para calcular una tasa de fugas en base a las salidas de los sensores medidos recibidos durante dicho ciclo de caída de presión o dicho ciclo de caída de vacío.

25 2. Conjunto de registro de datos automático (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el al menos un sensor de temperatura (22) comprende una sonda de temperatura insertable dentro del interior del sistema de barras del estator refrigeradas por líquido, la sonda de temperatura que comprende varias zonas del sensor (28) espaciadas a lo largo de una longitud de la sonda de temperatura.

3. Conjunto de registro de datos automático (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, que comprende múltiples sensores de presión (20) operativamente protegibles en respectivos receptáculos del sensor (16).

4. Conjunto de registro de datos automático (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que se configura la unidad de control (26) para calcular la tasa de fuga usando una prueba de presión-caída en función de la salida del sensor recibida de acuerdo con:

30
$$L = \frac{239,36 \cdot V}{H} \cdot \left\{ \frac{M1 + B1}{273,15 + T1} - \frac{M2 + B2}{273,15 + T2} \right\}$$

donde:

L = Tasa de fugas (ft³/ día) (3,27741 E-07 m³/ S)

V = Volumen de prueba (ft³) (0,028316847 m³)

H = Tiempo en Ensayo (horas) (3600 s)

35 B1, B2 = presión atmosférica inicial (B1) y final (B2) ("Hg) (3386,388 Pa)

M1, M2 = presión de bobinado inicial (M1) y final (M2) ("Hg) (3386,388 Pa)

T1, T2 = de temperatura del devanado inicial (T1) y final (T2) (°C).

5. Conjunto de registro de datos automático (10) de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en el que:

40 dicha pieza de carrete (12) comprende una pluralidad de receptáculos de sensor (16) a través de una superficie exterior; y

dicho al menos un sensor de temperatura es una sonda de temperatura alargada (22) insertable dentro de un interior del sistema de barras del estator refrigeradas por líquido y que tiene un conector de salida (24) operativamente asegurable en un primero de los recipientes del sensor.

45 6. Conjunto de registro de datos automático (10) de acuerdo con la reivindicación 5, en el que la sonda de temperatura (22) comprende varias zonas del sensor (28) espaciadas a lo largo de una longitud de la sonda de temperatura, y en el que cada una de las múltiples zonas de detector comprende múltiples sensores de temperatura (30).

7. Conjunto de registro de datos automático (10) de acuerdo con la reivindicación 6, que comprende múltiples sensores de presión (20) operativamente protegibles en al menos un receptáculo de sensor (16) respectivo.

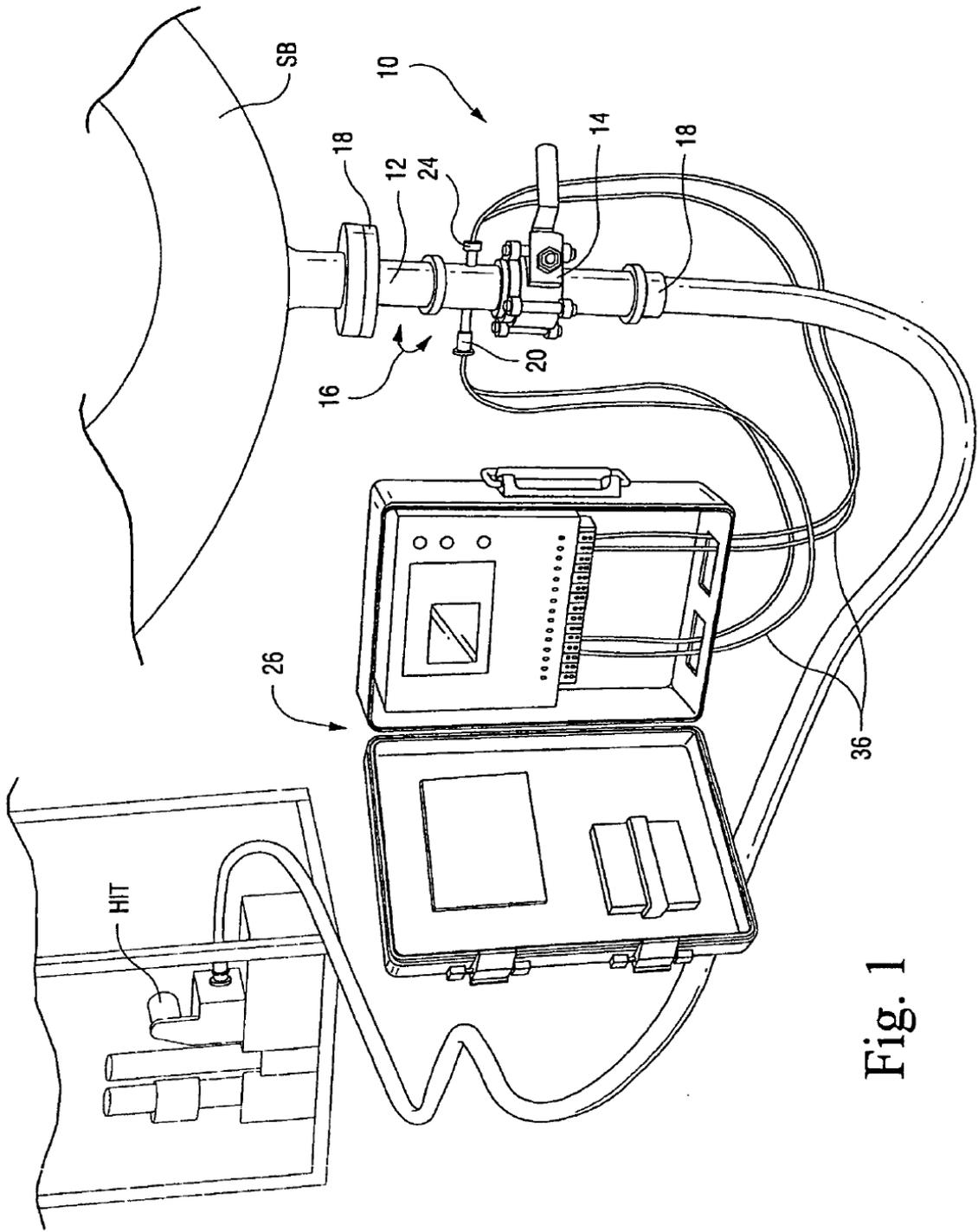


Fig. 1

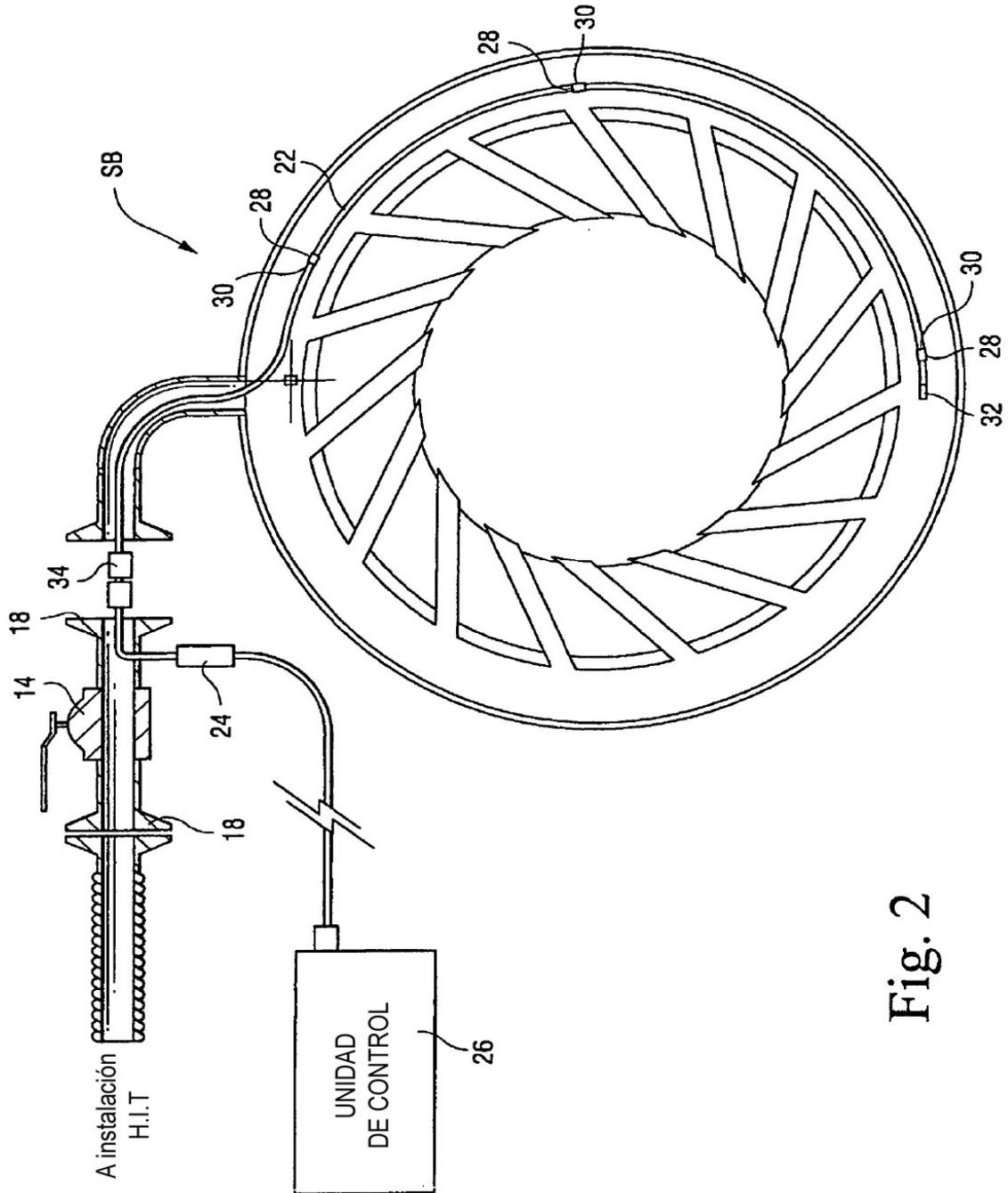


Fig. 2