

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 468**

51 Int. Cl.:
G05B 19/042 (2006.01)
G05B 19/05 (2006.01)
G05B 19/406 (2006.01)
G05B 19/418 (2006.01)
G05B 23/02 (2006.01)
G05B 9/02 (2006.01)
G06F 11/34 (2006.01)
G08B 31/00 (2006.01)
H02B 13/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07819365 .3**
96 Fecha de presentación: **26.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2082295**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.07.2009**

54 Título: **Procedimiento para la determinación predictiva de una magnitud de proceso**

30 Prioridad:
28.10.2006 DE 102006050938

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.03.2012

73 Titular/es:
**ABB TECHNOLOGY AG
AFFOLTERNSTRASSE 44
8050 ZÜRICH, CH**

72 Inventor/es:
**HEINEMANN, Lothar y
GLOCK, Jürgen**

74 Agente/Representante:
Ungría López, Javier

ES 2 377 468 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 para la determinación predictiva de una magnitud de proceso

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para la determinación predictiva de una magnitud de proceso según el preámbulo de la reivindicación 1. El procedimiento se puede usar en particular para controlar la presión de un gas aislante en un equipo de conmutación con aislamiento de gas.
- 10 Una medición de magnitudes de proceso está sujeta básicamente a errores. A la señal de medición están superpuestas usualmente magnitudes perturbadoras que se producen de forma sistemática o estocástica, que ejercen una influencia desventajosa sobre la señal de medición real y que a menudo no se pueden obtener matemáticamente. Mientras que las magnitudes perturbadoras sistemáticas y los errores de medición resultantes de esto se pueden compensar a menudo con medidas adecuadas en el diagrama de flujo de señales, las magnitudes perturbadoras estocásticas y sus efectos apenas se pueden controlar bien.
- 15 Resulta difícil también una determinación predictiva de magnitudes de proceso si se ha de considerar un período de tiempo relativamente largo de, por ejemplo, 30 años, y si con este fin se ha de evaluar una cantidad relativamente grande de valores de medición aproximadamente de forma continua o en intervalos relativamente cortos, por ejemplo, un valor de medición por minuto. Para la determinación predictiva, los datos de medición se tienen que transferir en una relación funcional. A tal efecto existen distintos procedimientos matemáticos que se describen en la literatura. El procedimiento debe ser capaz entonces de detectar y evaluar variaciones a largo plazo, así como variaciones a corto plazo.
- 20 Un caso de este tipo es, por ejemplo, el control de densidad de gas en equipos de conmutación de alta tensión aislados con gas SF₆. Este tipo de equipos de conmutación con aislamiento de gas presentan una tasa de fuga condicionada técnicamente que se refleja en una pérdida de presión y que normalmente es menor que 0,5% por año en relación con la presión de llenado de gas nominal durante la puesta en marcha del equipo de conmutación. En caso de existir un defecto técnico, por ejemplo, una junta porosa, la tasa de fuga puede ser incluso mayor.
- 25 Los valores de medición registrados para la presión de gas presentan errores de medición. En especial, la temperatura del gas aislante es una fuente de este tipo de errores de medición. Esta temperatura depende aquí de la temperatura ambiente que fluctúa en el transcurso del día y del año, así como del flujo de corriente y de la pérdida de calor producida por esto en la cámara de gas que se va a controlar. Asimismo, resulta difícil obtener la temperatura del gas para la corrección o compensación mediante cálculo de los errores de medición, condicionado esto en particular por la distribución no homogénea de la temperatura dentro de una cámara de gas.
- 30 Una determinación predictiva de la magnitud de proceso medida de forma continua, a saber la presión del gas aislante, ha de poder detectar y analizar tanto las variaciones comparativamente lentas como las variaciones comparativamente rápidas de la presión de gas. Una aproximación puramente matemática de todos los valores de medición registrados para la presión de gas mediante una función matemática de aproximación resulta demasiado costosa, en particular se necesitaría para esto una capacidad de cálculo relativamente grande.
- 35 En el documento WO 98/55904 A se describe un dispositivo y un procedimiento para la predicción de un estado de error sensible a la tendencia de un parámetro de máquina, generándose una tendencia de datos a partir del parámetro de máquina y calculándose la duración y la pendiente de la tendencia para la predicción de un período de tiempo, en el que la tendencia supera un nivel de aviso.
- 40 En el documento US 2002/077792 A1 se describe un procedimiento para la predicción de magnitudes de proceso en un sistema de gestión de servicio electrónico, comprendiendo el procedimiento el registro de valores de medición de una magnitud de proceso y su discretización, estimándose el desarrollo temporal futuro de la magnitud de proceso y calculándose un momento, en el que la magnitud de proceso alcanza un valor límite.
- 45 La invención tiene el objetivo de proporcionar un procedimiento que permita con un costo relativamente bajo una determinación predictiva suficientemente exacta de una magnitud de proceso en una instalación técnica.
- 50 Este objetivo se consigue según la invención mediante un procedimiento con las características mencionadas en la reivindicación 1.
- 55 Según la invención se prevé registrar primero valores de medición para la magnitud de proceso en momentos predefinibles. A continuación, los valores de medición registrados sucesivamente se agrupan en un valor de medición ponderado y a cada valor de medición ponderado se asigna un valor de medición discreto. Mediante una regresión de los valores de medición discretos se estima el desarrollo temporal futuro de la magnitud de proceso y se calcula un momento, en el que la magnitud de proceso alcanza un valor límite predefinible.
- 60 Por consiguiente, se ha reducido la cantidad de los valores de medición que se han de procesar y se han compensado las magnitudes perturbadoras superpuestas a la magnitud de proceso. Este tipo de estimación se
- 65

puede ejecutar con una capacidad de cálculo relativamente pequeña y permite hacer un pronóstico relativamente exacto del desarrollo de la magnitud de proceso.

5 Una forma preferida de regresión es la regresión lineal. Una regresión lineal, es decir, una aproximación de los valores de medición a través de una recta, se puede ejecutar de forma relativamente simple y proporciona resultados suficientemente exactos.

10 El procedimiento se puede aplicar en particular en equipo de conmutación con aislamiento de gas, siendo la magnitud de proceso la presión de un gas aislante en una cámara de gas del equipo de conmutación. Si la presión del gas aislante ha descendido a una presión de bloqueo predefinida, el equipo de conmutación no puede seguir funcionando, es decir, no se pueden ejecutar otras operaciones de conmutación.

15 En este caso, el procedimiento permite calcular el momento, en el que la presión del gas aislante alcanza la presión de bloqueo predefinida. El operario del equipo de conmutación puede realizar oportunamente, antes de ese momento, un mantenimiento o una reparación del equipo de conmutación o sólo de partes individuales del equipo de conmutación.

En las demás reivindicaciones secundarias se pueden encontrar otras configuraciones ventajosas de la invención.

20 La invención, configuraciones ventajosas y mejoras de la invención, así como otras ventajas se explican y describen detalladamente por medio de los dibujos, en los que están representados ejemplos de realización.

Muestran:

- 25 Fig. 1 un diagrama de flujo de señales para el registro y procesamiento de valores de medición;
 Fig. 2 el desarrollo de los valores de medición registrados para la presión de un gas aislante;
 Fig. 3 los valores de medición discretos que se han generado a partir del desarrollo según la figura 2;
 Fig. 4 una regresión lineal de los valores de medición discretos de la figura 3; y
 Fig. 5 una regresión lineal de los valores de medición discretos de la figura 3 que han sido seleccionados.

30 En la figura 1 está representado un diagrama de flujo de señales para el registro y procesamiento de valores de medición. Un registrador de valores de medición 14 registra una magnitud de proceso X, a la que está superpuesta una magnitud perturbadora S. El registrador de valores de medición 14 suministra una señal eléctrica que es procesada, en especial amplificada, por un circuito intermedio 18. A la señal eléctrica suministrada por el registrador de valores de medición 14 está superpuesta asimismo una magnitud perturbadora S. El registrador de valores de medición 14 y el circuito intermedio 18 forman de manera conjunta un sensor 16.

35 El circuito intermedio 18 suministra una señal de salida amplificada a una unidad de transmisión 20 que transmite la señal de salida amplificada, por ejemplo, vía radio o por cable a una unidad de cálculo 28. La unidad de cálculo 28 procesa la señal de salida amplificada, recibida desde la unidad de transmisión 20, lleva a cabo su digitalización, y suministra la señal de salida procesada en forma de valores de medición individuales a una unidad de visualización 22, una unidad de grabación 24 y una unidad de procesamiento de datos 26.

40 La unidad de visualización 22 es en este ejemplo un monitor, en el que se representa gráficamente el desarrollo de la magnitud de proceso medida X. La unidad de visualización 22 puede ser también una impresora o un plóter. La unidad de grabación 24 es una base de datos, en la que se almacenan los datos de medición recibidos desde la unidad de cálculo 28.

45 La unidad de procesamiento de datos 26 es un ordenador digital que procesa los valores de medición, recibidos desde la unidad de cálculo 28, en correspondencia con el procedimiento según la invención.

50 La figura 2 muestra un diagrama de un desarrollo de valores de medición registrados para una magnitud de proceso X, usando como ejemplo una presión P de un gas aislante en una cámara de gas de un equipo de conmutación con aislamiento de gas durante un tiempo T. Sin embargo, es posible también representar el desarrollo de otras magnitudes de proceso X, por ejemplo, un nivel de llenado, una temperatura o una intensidad de campo.

55 En muchos momentos predefinidos se registró respectivamente un valor de medición para la presión P del gas aislante y se incluyó en el diagrama. El desarrollo de estos valores de medición se ha de considerar como desarrollo continuo en el tiempo y como desarrollo de valor continuo aproximadamente.

60 En el diagrama están representados además momentos de ponderación T0 a T16, así como bandas de tolerancia H1 a H8.

65 Los valores de medición, registrados en el intervalo de evaluación entre los momentos de ponderación T0 y T1, se agrupan en un valor de medición ponderado y se asignan al momento de ponderación T1. El valor de medición ponderado se calcula, por ejemplo, como media aritmética de los valores de medición mencionados.

Asimismo, se generan valores de medición ponderados para los momentos de ponderación restantes T2 a T16 y se asignan a los respectivos momentos de ponderación. El desarrollo de los valores de medición ponderados es un desarrollo discreto en el tiempo y de valor continuo.

5 En este ejemplo, los momentos de ponderación T0 a T16 representan los límites de los intervalos de evaluación. Es posible también ordenar los momentos de ponderación respectivamente en el centro o en otro punto de un intervalo de evaluación.

10 A cada uno de los valores de medición ponderados, que se han obtenido de esta forma, se asigna a continuación un valor de medición discreto. En este caso, a todos los valores de medición ponderados, situados en la misma banda de tolerancia H1 a H8, se asigna el mismo valor de medición discreto.

15 En este ejemplo, los valores de medición discretos asignados se encuentran en el centro de una banda de tolerancia respectivamente. Es posible también seleccionar otros valores de medición discretos que se encuentren, por ejemplo, en el borde de la respectiva banda de tolerancia.

Los valores de medición discretos, generados de esta forma, están representados en la figura 3. El desarrollo de los valores de medición discretos es un desarrollo discreto en el tiempo y de valor discreto.

20 En el ejemplo seleccionado, los intervalos de tiempo entre los momentos de ponderación son iguales y de una hora respectivamente. Son posibles también otros intervalos de tiempo, por ejemplo, un minuto, un día o un año. Asimismo, son posibles duraciones diferentes entre los momentos de ponderación.

25 Mientras más cortos sean los intervalos de tiempo entre los momentos de ponderación, más exacto será el desarrollo de los valores de medición discretos. Mientras mayores sean los intervalos de tiempo entre los momentos de ponderación, menor será la capacidad de cálculo necesaria.

30 En el ejemplo seleccionado, todas las bandas de tolerancia H1 a H8 tienen la misma anchura de, por ejemplo, 100 mbar, pero son posibles también diferentes anchuras de las bandas de tolerancia.

35 En el ejemplo seleccionado, cada banda de tolerancia colinda directamente con las bandas de tolerancia contiguas en cada caso. Es posible también que las bandas de tolerancia se solapen. En este caso, a un valor de medición ponderado, situado en la zona de solapamiento de dos bandas de tolerancia, se asigna, por ejemplo, el valor de medición discreto que se asignó al valor de medición ponderado precedente. Es decir, la asignación de los valores de medición ponderados a los valores de medición discretos sigue a una histéresis.

40 En la figura 4 está representada una regresión lineal de los valores de medición discretos de la figura 3. En vez de una regresión lineal son posibles y aplicables también otras regresiones, por ejemplo, regresiones cuadráticas, exponenciales o logarítmicas.

A partir de los valores de medición discretos se calcula una ecuación para una primera recta de regresión G1, por ejemplo, según el método de error de mínimos cuadrados. El procedimiento matemático para la determinación de los parámetros para esta ecuación no se explica aquí en detalle y es conocido generalmente por el técnico.

45 La primera recta de regresión G1 está determinada de tal modo que se aproxima lo más exactamente posible al desarrollo de los valores de medición discretos. La pendiente de la primera recta de regresión G1 corresponde aquí a la pérdida de presión en la cámara de gas controlada. Por consiguiente, a partir del desarrollo de la primera recta de regresión G1 se puede determinar de manera predictiva el desarrollo temporal futuro de la presión P.

50 En especial se puede estimar en qué momento previsible TX la presión P alcanza un valor límite inferior predefinible. Este valor límite inferior se identifica a continuación como presión de bloqueo y corresponde a la presión en la cámara de gas del equipo de conmutación con aislamiento de gas, a la que ya no es posible operar el equipo de conmutación.

55 Por medio de un ejemplo numérico se debe explicar el cálculo del momento previsible TX hasta alcanzarse la presión de bloqueo. La cámara de gas del equipo de conmutación se ha de llenar con una presión de 7 bar al iniciarse el registro de los valores de medición. La determinación de las rectas de regresión da como resultado una pérdida de presión de 35 mbar por año. La presión de bloqueo es de 6,2 bar. Por consiguiente, el momento previsible TX hasta alcanzarse la presión de bloqueo se calcula en 22,86 años después de iniciarse el registro de los valores de medición.

65 En la figura 5 está representada una regresión lineal de valores de medición discretos de la figura 3 que se han seleccionado. A fin de determinar la ecuación para una segunda recta de regresión G2 se tienen en cuenta sólo los valores de medición discretos existentes en el tiempo después de un momento predefinible que se identifica a continuación como límite de ventana F. Los valores existentes delante del límite de ventana F en tiempo son ignorados.

En este ejemplo, el límite de ventana F está fijado entre los momentos de ponderación T6 y T7. Por consiguiente, se tienen en cuenta sólo los valores de medición asignados a los momentos de ponderación T7 a T16 para la determinación de la ecuación para la segunda recta de regresión G2. Los momentos de ponderación T7 a T16 representan una ventana de tiempo dentro del tiempo T. En este ejemplo, la ventana de tiempo tiene una anchura de diez valores de medición. Naturalmente son posibles también otras anchuras de ventana.

La ecuación para la segunda recta de regresión G2 se calcula asimismo, por ejemplo, según el método de error de mínimos cuadrados que no se aborda aquí en detalle. La pendiente de la segunda recta de regresión G2 corresponde aquí a la pérdida de presión en la cámara de gas controlada.

Al ignorarse los valores de medición situados delante del límite de ventana F en tiempo, o sea, los valores de medición más antiguos, se pueden detectar variaciones a corto plazo en el desarrollo de la magnitud de proceso P. Si, por ejemplo, una junta en una cámara de gas controlada se vuelve porosa en un momento determinado, la pérdida de presión en la cámara de gas aumenta entonces de, por ejemplo, 35 mbar por año a 2000 mbar por año. Esta pérdida de presión mayor provoca que la presión de bloqueo se alcance mucho antes, por ejemplo, previsiblemente 0,4 años después de volverse porosa la junta.

En vez de usarse una ventana de tiempo para la determinación de la ecuación para la segunda recta de regresión G2 son posibles otros procedimientos a fin de tener en cuenta en mayor o menor medida los valores de medición en dependencia del momento de su registro. Así, por ejemplo, antes de un momento determinado se puede tener en cuenta sólo cada segundo valor de medición y antes de otro momento más anterior se puede tener en cuenta sólo cada tercer valor de medición.

Durante el funcionamiento de un equipo de conmutación con aislamiento de gas es ventajoso determinar regularmente la primera recta de regresión G1 y la segunda recta de regresión G2.

La primera recta de regresión G1 discurre en gran medida de forma constante y es relativamente insensible a fluctuaciones a corto plazo, por ejemplo, cambios entre la temperatura diurna y la nocturna u otras perturbaciones. La primera recta de regresión G1 es adecuada para predecir tendencias a largo plazo.

Para la determinación de la segunda recta de regresión G2 se tienen en cuenta en mayor medida los valores de medición más nuevos que los valores de medición más antiguos. Las variaciones a corto plazo, por ejemplo, si una junta en una cámara de gas controlada se vuelve porosa en un momento determinado, se detectan relativamente rápido mediante la segunda recta de regresión G2. La segunda recta de regresión G2 es adecuada para predecir tendencias a corto plazo.

Con ayuda de las pendientes de la primera recta de regresión G1, así como de la segunda recta de regresión G2 se puede determinar, por una parte, un momento, en el que se ha alcanzado la presión de bloqueo. Por otra parte, al conocerse las pendientes se puede obtener también una información sobre el estado del equipo de conmutación, en especial detectar una avería.

Si la pendiente de la primera recta de regresión G1 corresponde a una pérdida de presión superior a 100 mbar por año, de esto se puede deducir que el equipo de conmutación ya presentaba fugas durante su puesta en marcha, o sea, no se montó correctamente.

Una pendiente de la segunda recta de regresión G2, que corresponde a una pérdida de presión superior a 500 mbar por año, indica, por ejemplo, una junta porosa.

Se pueden seguir reduciendo los datos al agruparse varios valores de medición discretos de varios momentos de ponderación en un valor de medición concentrado respectivamente.

En el ejemplo según la figura 3 se pueden agrupar, por ejemplo, veinticuatro valores de medición discretos, cuyos momentos de ponderación se encuentran a una hora uno de otro respectivamente, para formar un valor diario concentrado. Asimismo, veintiocho valores diarios se pueden agrupar para formar un valor concentrado de cuatro semanas y trece valores de cuatro semanas se pueden agrupar para formar un valor anual concentrado.

En el caso de una cámara de gas intacta en un equipo de conmutación, la presión de gas varía sólo muy lentamente, por ejemplo, menos que 35 mbar por año. En este caso es suficiente usar valores anuales concentrados para la determinación de la primera recta de regresión G1.

Es ventajoso determinar regularmente, de manera independiente entre sí, una primera recta de regresión G1 y/o una segunda recta de regresión G2 a partir de los valores de medición discretos y a partir de los valores de medición concentrados. De este modo se pueden predecir tanto tendencias a largo plazo como tendencias a corto plazo.

Es posible, por ejemplo, determinar cada hora una segunda recta de regresión G2 a partir de los valores de medición discretos, cuyos momentos de ponderación se encuentran respectivamente a una hora uno de otro,

teniéndose en cuenta para la determinación de esta segunda recta de regresión G2 los últimos veinticuatro valores de medición discretos en cada caso, o sea, los valores de medición discretos de un día.

5 De manera adicional se agrupan, por ejemplo, los veinticuatro valores de medición discretos de cada día para formar un valor diario concentrado respectivamente. A partir de todos los valores diarios concentrados, que se han obtenido de este modo, se determina diariamente una primera recta de regresión G1. De manera alternativa o adicional se calcula, por ejemplo, diariamente una segunda recta de regresión G2 a partir de los últimos veinte valores diarios concentrados en cada caso.

10 De manera similar se pueden formar valores concentrados de cuatro semanas, así como valores anuales concentrados y a partir de estos se pueden determinar primeras rectas de regresión y/o segundas rectas de regresión.

15 En especial resulta adecuado determinar con regularidad una segunda recta de regresión G2 a partir de valores de medición discretos, cuyos momentos de ponderación se encuentran relativamente cerca uno de otro, por ejemplo, una hora en cada caso, y determinar con regularidad una primera recta de regresión G1 a partir de valores de medición concentrados que se encuentran relativamente muy separados uno de otro en tiempo, por ejemplo, un año en cada caso. De este modo se pueden detectar relativamente bien tendencias a corto plazo y tendencias a largo plazo y es relativamente bajo el costo por concepto de cálculo para la determinación de las rectas de regresión mencionadas.

20 Una determinación del momento hasta alcanzarse la presión de bloqueo no se puede realizar con exactitud arbitraria, sino que está sujeta a errores, porque una recta de regresión G1 o G2 representa sólo una aproximación a los valores de medición, así como los valores de medición no se encuentran forzosamente de manera exacta sobre la recta de regresión. Por tanto, resulta adecuado calcular un intervalo de tiempo, dentro del que se alcance probablemente la presión de bloqueo.

25 Con este fin se calcula un coeficiente de determinación B de la regresión que describe la calidad de la regresión. La calidad de la regresión se determina en este caso mediante las desviaciones de los valores de medición respecto a la recta de regresión. El procedimiento matemático para determinar el coeficiente de determinación B de la regresión no se explica aquí en detalle y es conocido en general por el técnico.

30 Si todos los valores de medición se encuentran sobre la recta de regresión, la calidad es óptima y para el coeficiente de determinación se cumple que $B = 1$. Mientras menor sea el coeficiente de determinación B, peor será la calidad de la regresión, es decir, los valores de medición se desvían fuertemente de manera relativa de la recta de regresión.

35 Para calcular el intervalo de tiempo, dentro del que se habrá alcanzado probablemente la presión de bloqueo y que está fijado por un límite inferior TX1 y un límite superior TX2, se calcula un coeficiente de probabilidad W según la siguiente ecuación $W = 1 - B$.

40 Si todos los valores de medición se encuentran sobre la recta de regresión, para el coeficiente de probabilidad se cumple que $W = 0$.

45 El límite inferior TX1 y el límite superior TX2 del intervalo de tiempo, dentro del que se habrá alcanzado probablemente la presión de bloqueo, se calculan con ayuda del momento previsible TX hasta alcanzarse la presión de bloqueo y con el coeficiente de probabilidad W de la siguiente forma:

50
$$TX1 = TX (1 - W)$$

$$TX2 = TX (1 + W)$$

55 En el caso de un coeficiente de determinación $B = 0,995$, asumido aquí, se obtiene, por ejemplo, el límite inferior TX1 en 22,75 años aproximadamente y el límite superior TX2 en 22,97 años aproximadamente para el ejemplo numérico de la figura 4 con un momento previsible hasta alcanzarse la presión de bloqueo $TX = 22,86$ años.

60 El intervalo de tiempo, dentro del que se habrá alcanzado probablemente la presión de bloqueo, tiene por consiguiente una anchura, que se ha de calcular como diferencia entre el límite superior TX2 y el límite inferior TX1, de aproximadamente 0,22 años u 80,3 días.

Lista de signos de referencia

- 14 Registrador de valores de medición
- 65 16 Sensor

ES 2 377 468 T3

18	Circuito intermedio	
20	Unidad de transmisión	
5	22	Unidad de visualización
	24	Unidad de grabación
	26	Unidad de procesamiento de datos
10	28	Unidad de cálculo
	S	Magnitud perturbadora
15	X	Magnitud de proceso
	P	Presión
	T	Tiempo
20	H1-H8	Bandas de tolerancia
	T0-T16	Momentos de ponderación
25	G1	Primera recta de regresión
	G2	Segunda recta de regresión
	F	Límite de ventana
30	B	Coeficiente de determinación
	W	Coeficiente de probabilidad
35	TX	Momento previsible hasta alcanzarse la presión de bloqueo
	TX1	Límite inferior
	TX2	Límite superior
40		

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la determinación predictiva de la presión de bloqueo de un gas aislante en un equipo de conmutación con aislamiento de gas, registrándose en momentos predefinibles valores de medición para la presión (P) del gas aislante en un equipo de conmutación con aislamiento de gas y teniéndose en cuenta de manera distinta los valores de medición de la presión (P) del gas aislante en el equipo de conmutación con aislamiento de gas en dependencia del momento de su registro, agrupándose valores de medición registrados sucesivamente en un valor de medición ponderado, asignándose un mismo valor de medición discreto a cada valor de medición ponderado que se encuentra en una banda de tolerancia predefinible (H1...H8), estimándose el desarrollo temporal futuro de la presión (P) del gas aislante en el equipo de conmutación con aislamiento de gas mediante una regresión de los valores de medición discretos, y determinándose un momento, en el que se alcanza la presión de bloqueo, **caracterizado por que** se determina una primera recta de regresión (G1) para la predicción de tendencias a largo plazo y una segunda recta de regresión (G2) para la predicción de tendencias a corto plazo, determinándose mediante sus pendientes el momento, en el que se alcanza la presión de bloqueo.
- 10 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado por que** la regresión es una regresión lineal.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado por que** las pendientes de las rectas de regresión (G1), (G2) corresponden a la pérdida de presión en la cámara de gas controlada del equipo de conmutación.
- 20 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** las bandas de tolerancia predefinibles (H1...H8) presentan anchuras diferentes y/o se solapan entre sí.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, **caracterizado por que** se calcula un coeficiente de determinación (B) de la regresión lineal y con ayuda del coeficiente de determinación (B) se calcula un intervalo de tiempo, dentro del que la presión (P) del gas aislante en el equipo de conmutación con aislamiento de gas alcanza probablemente un valor límite predefinido.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** se tienen en cuenta sólo los valores de medición de la presión (P) del gas aislante en el equipo de conmutación con aislamiento de gas, que se encuentran después de un momento predefinible en tiempo.
- 35 7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado por que** la segunda recta de regresión (G2) tiene más en cuenta los valores de medición nuevos que los valores de medición antiguos.

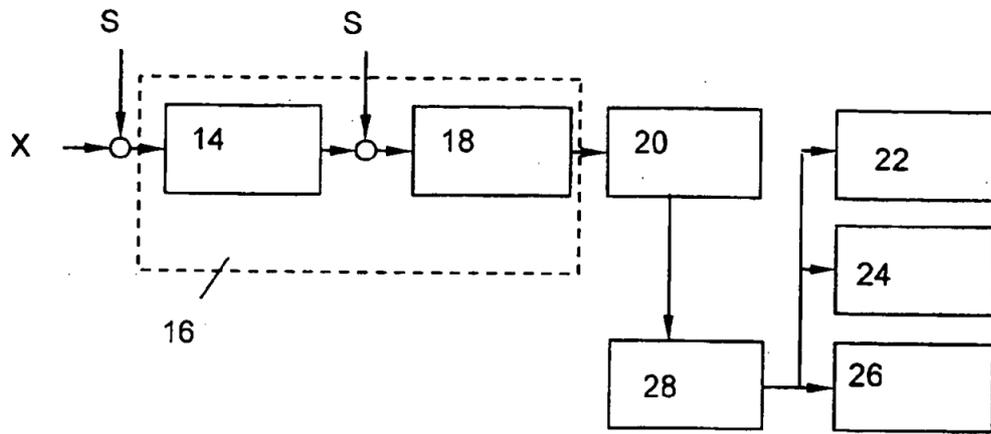


Fig. 1

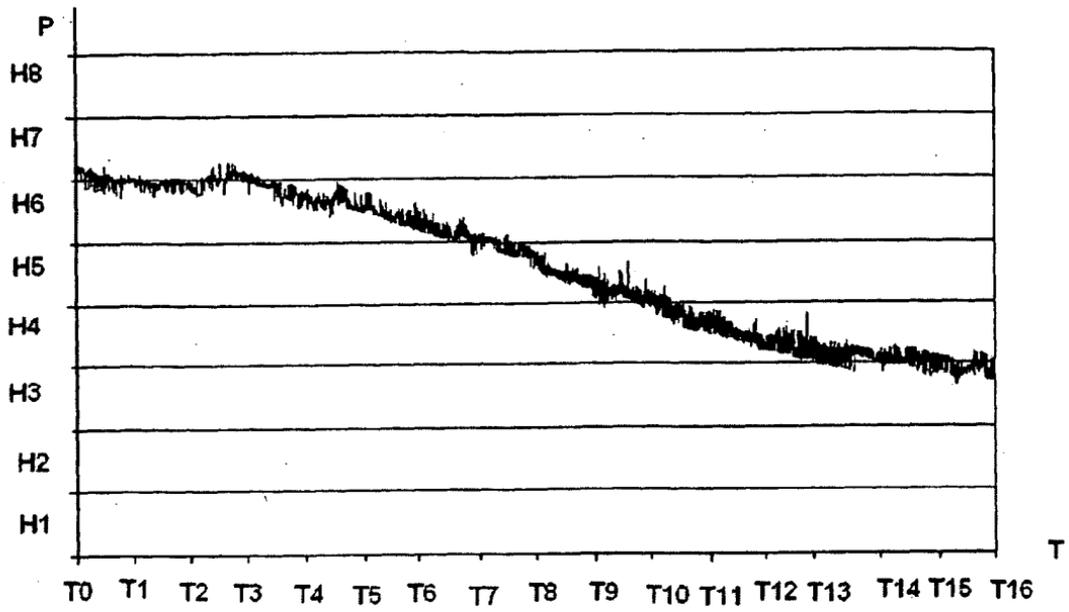


Fig. 2

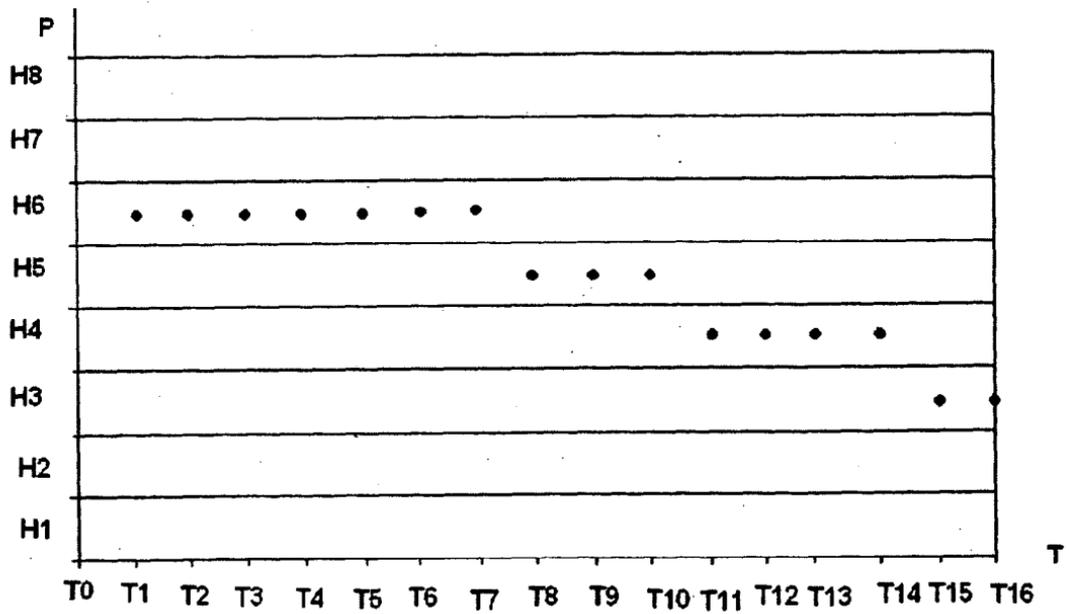


Fig. 3

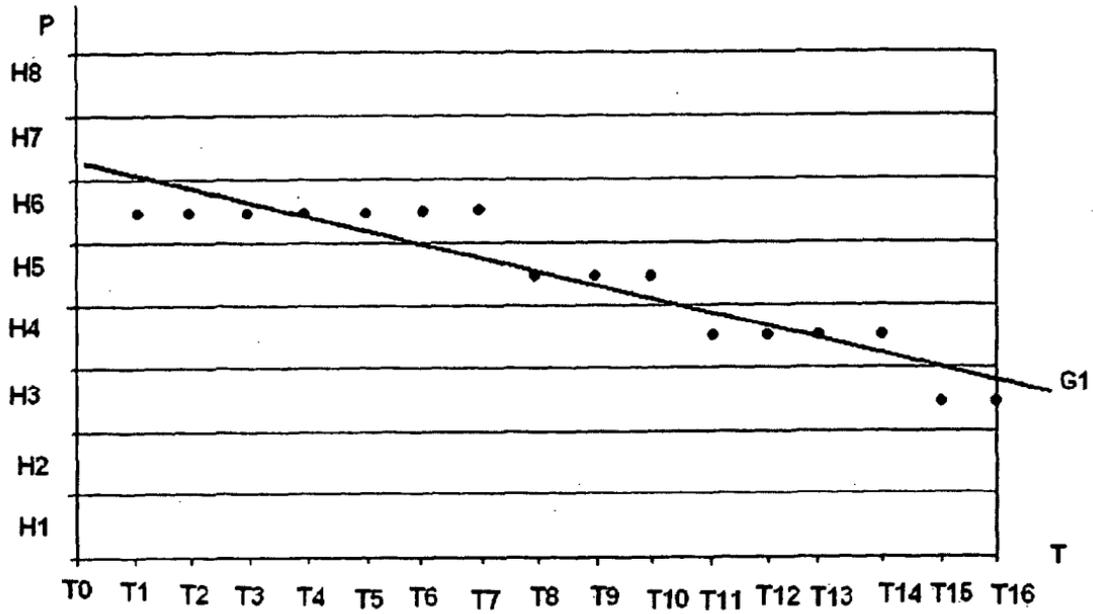


Fig. 4

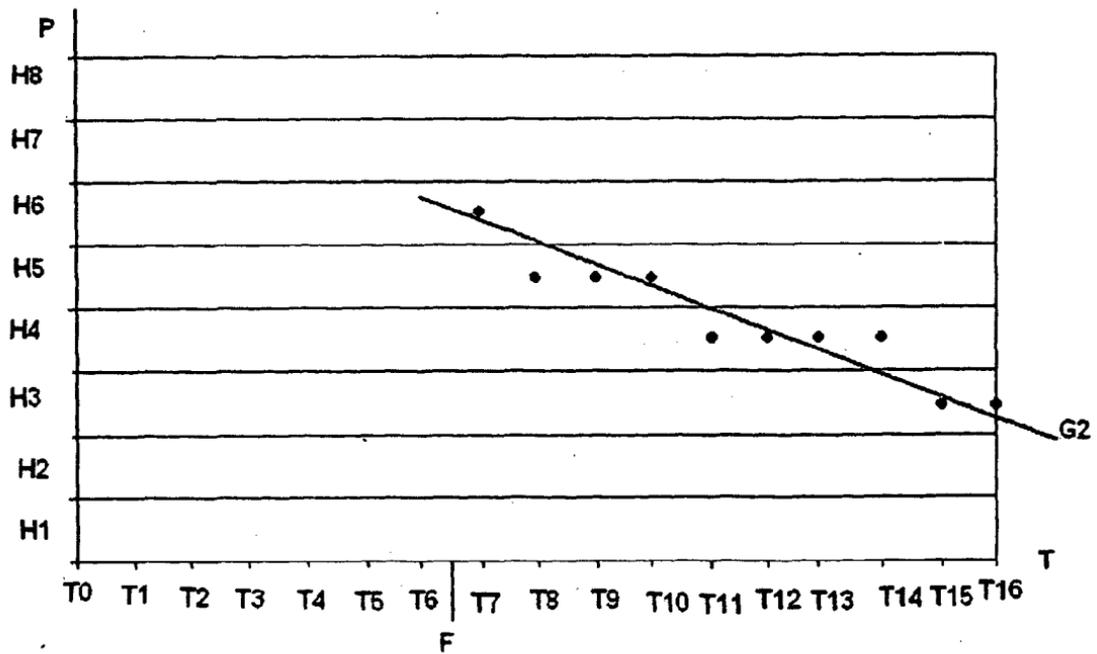


Fig. 5