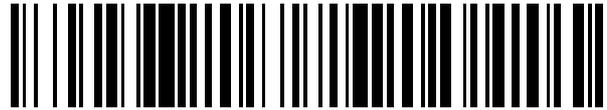


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 568 052**

51 Int. Cl.:

**G06F 17/18** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2013** **E 13186464 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016** **EP 2854045**

54 Título: **Procedimiento y sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.04.2016**

73 Titular/es:

**DEUTSCHE TELEKOM AG (100.0%)**  
**Friedrich-Ebert-Allee 140**  
**53113 Bonn, DE**

72 Inventor/es:

**LÖHLEIN, BERNHARD;**  
**ROSHANDEL, MEHRAN;**  
**KETABDAR, HAMED;**  
**SCHÜSSLER, MARTIN y**  
**SHAHIN, TAJIK**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 568 052 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 sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento y a un sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema S, el cual puede encontrarse en un estado libre de errores o afectado con errores. El sistema presenta en este caso al menos una red de comunicación, un componente de red de un sistema de comunicación y/o un servicio de una red de comunicación.
- 10 En el campo del reconocimiento de valores medidos anómalos o no normales, los llamados valores atípicos, el estado de la técnica presenta diferentes procedimientos para encontrar valores medidos anómalos o no normales. La localización de valores medidos no normales se designa asimismo como "detección de valores excepcionales" o como reconocimiento de valores atípicos, o también como "detección de anomalías".
- 15 Así, por ejemplo en [1] se describe la aplicación del reconocimiento de valores atípicos como una de las etapas principales en el campo de la minería de datos. Asimismo, en [1] se presta especial atención a la robustez de la estimación empleada y son mostradas diferentes posibilidades para el reconocimiento de valores atípicos basadas en mediciones de distancia, procedimientos de conglomerados, así como procedimientos espaciales.
- 20 En [2] se analiza la importancia del reconocimiento de valores atípicos como un problema importante para diferentes campos de aplicación, así como disciplinas científicas.
- 25 Los procedimientos relativos al tema del reconocimiento de valores atípicos conocidos por el estado de la técnica se diferencian en primer lugar por los supuestos y condiciones previas subyacentes. Algunos procedimientos necesitan para el reconocimiento de valores atípicos las distribuciones subyacentes y sus parámetros, con los que un sistema S genera los valores medidos. Además, hay procedimientos que mediante un "algoritmo de probabilidad local de valores atípicos" (LoOP, [3]) calculan un valor de probabilidad en relación con un "algoritmo de factor local de valores atípicos" (LOF, [4]) o algoritmos análogos.
- 30 Además, por [5] es conocido un procedimiento para, a partir de valores de puntuación como salida de una función de puntuación arbitraria para el reconocimiento de valores atípicos, obtener una transformación en valores de probabilidad, es decir, valores en un intervalo de [0, 1]. Este valor de probabilidad indica la probabilidad de que un valor medido de un conjunto V sea un valor atípico con respecto al conjunto de los valores medidos subyacentes. Las probabilidades son utilizadas con el fin de crear una lista de valores atípicos altamente probables.
- 35 La publicación [6] se refiere a un sistema y a un procedimiento para el filtrado de datos para reducir el sesgo funcional y la línea de tendencia de valores atípicos.
- 40 En los procedimientos convencionales para el reconocimiento de valores atípicos son empleados habitualmente valores umbral o valores límite. Así, puede determinarse que por encima o por debajo de tal valor umbral o valor límite un valor medido puede ser considerado como valor atípico, o como valor medido normal.
- 45 Desfavorable en el uso de valores umbral es que tales valores umbral la mayoría de las veces tienen que ser determinados con ensayos y evaluaciones costosos. También los valores medidos del conjunto V, que tienen desviaciones muy grandes respecto a la mayoría de los valores medidos, pero que pertenecen a un estado normal del sistema S, son filtrados por el uso de un valor umbral, sin que estos de acuerdo con una probabilidad asignada pudieran ser incluidos en un conjunto de aprendizaje para la determinación del estado de un sistema.

## Referencias

- 50 [1] Irad Ben-Gal."Outlier detection", en: Maimon O. y Rockach L. (Eds.), "Data Mining and Knowledge Discovery Handbook: A Complete Guide for Practitioners and Researchers" Kluwer Academic Publishers, 2005.
- [2] Varun Chandola, Arindam Banerjee, Vipin Kumar."Outlier Detection: A Survey", 2007 (<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.108.8502>)
- 55 [3] Hans-Peter Kriegel, P. Kröger, E. Schubert, A. Zimek."LoOP: Local Outlier Probabilities", en las actas de la 18ª "ACM Conference on Information and Knowledge Management" (Conferencia ACM de Información y Gestión del Conocimiento) (CIKM), 2009 (<http://www.dbs.ifi.lmu.de/Publikationen/Papers/LoOP1649.pdf>).
- [4] M.M. Breunig, Hans-Peter Kriegel, R.T. Ng, J. Sander."LOF: Identifying Density-based Local Outliers" en ACM SIGMOD Record. Nr. 29, 2000, (<http://www.dbs.ifi.lmu.de/Publikationen/Papers/LOF.pdf>)
- 60 [5] Hans-Peter Kriegel, Peer Kröger, Erich Schubert, Arthur Zimek."Interpreting and Unifying Outlier Scores", en Actas de la 11ª Conferencia Internacional de Minería de Datos de Siam, 2011, (<http://siam.omnibooksonline.com/2011datamining/data/papers/018.pdf>).
- [6] US 2013/046727 A1

La invención tiene el objeto de proporcionar un procedimiento y un sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema S que puede encontrarse en un estado libre de errores/normal o afectado con errores/no normal.

5 Este objeto se lleva a cabo con las características de las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes se refieren a formas de realización preferidas según la invención.

10 La invención parte así de la idea básica de que un sistema de aprendizaje L preferentemente mecánico o estadístico puede evaluar de forma automatizada valores medidos a partir de valores medidos V no marcados de un sistema S que se va a monitorizar. Los valores medidos no normales pueden representar un indicio de que el sistema S se encuentra en un estado afectado con errores. No marcado significa que para el valor medido no existe información acerca de en qué estado - libre de errores/afectado con errores -se ha encontrado el sistema S en el momento del registro del valor medido.

15 Se proporciona un procedimiento aleatorizado/basado en el azar que antes de la aplicación de un sistema de aprendizaje a partir de un conjunto de aprendizaje V de valores medidos elimina aquellos que con una alta probabilidad proceden de un estado afectado con errores de un sistema S. Se evita de esta forma que tales valores medidos afecten negativamente al proceso de aprendizaje del sistema de aprendizaje L, hasta el punto de que el modelo entrenado M en la evaluación de nuevos valores medidos futuros W evalúe como normal un estado afectado con errores del sistema S. Por otro lado, se tiene en cuenta la observación de que tales valores son precisamente valiosos para el proceso de aprendizaje de un sistema de aprendizaje y si es posible no deberían ser eliminados (por completo). La invención tiene en cuenta así que pueden existir valores medidos en V que en realidad adopten un valor excepcional en comparación con los otros valores medidos en V, pero sin embargo no fueron determinados en un estado afectado con errores del sistema S y, por tanto, deben ser considerados como normales.

20 La invención se refiere a un procedimiento para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema S que puede encontrarse en un estado libre de errores/normal o afectado con errores/no normal, presentando el sistema S al menos una red de comunicación, un componente de red de un sistema de comunicación y/o un servicio de una red de comunicación, con las siguientes etapas, preferiblemente en el siguiente orden: a) formar un conjunto V de valores medidos v no marcados del sistema S; b) formar un conjunto de aprendizaje modificado V' con los valores medidos v' para un sistema de aprendizaje L mediante eliminación y/o ponderaciones de valores medidos a partir del conjunto V utilizando un método basado en el azar; c) formar un modelo M para la evaluación de valores medidos del sistema S por el sistema de aprendizaje L a partir del conjunto de aprendizaje modificado V'; y d) evaluar los valores medidos del sistema S mediante un sistema de evaluación B utilizando el modelo M.

25 El sistema S puede ser un sistema con dos estados de sistema – libre de errores/normal y afectado con errores/no normal. Pero el procedimiento se puede aplicar también a otros sistemas S que tengan otros estados de sistema, por ejemplo varios estados de sistema.

30 Sobre los valores medidos v no marcados del sistema S según la invención no tienen por qué tenerse necesariamente informaciones fiables de si el respectivo valor medido fue medido en un momento en que el sistema S se encontraba en un estado afectado con errores o libre de errores. Los valores medidos son registrados así en el sistema de medición S y pueden representar indicadores sobre el estado del sistema. Para el caso de que existan diferentes tipos de valores medidos, también pueden ser asignadas al valor medido correspondiente indicaciones sobre el tipo del valor medido. Para el caso de que en cuanto a los valores medidos se trate de series temporales pueden ser añadidas adicionalmente al conjunto V indicaciones sobre el momento de la medición para los valores medidos v individuales.

35 De acuerdo con una forma de realización según la invención, la etapa b) presenta las siguientes etapas, preferiblemente en el siguiente orden, b1) formar un conjunto de valores de puntuación Q con valores de puntuación q a partir del conjunto V mediante al menos una función de puntuación  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v)=q$ ; b2) formar un conjunto de probabilidades P con probabilidades p a partir del conjunto de valores de puntuación Q mediante al menos una función de transformación  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ; b3) formar el conjunto de aprendizaje modificado V' de valores medidos, en el que los valores medidos  $v \in V$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , con  $p=T(F(v))$  son incluidos en el conjunto de aprendizaje modificado V' y/o en el que los valores medidos  $v \in V$  reciben una ponderación correspondientes mediante al menos una función de ponderación G.

40 La función de puntuación F puede formar a partir del conjunto de aprendizaje V un valor de puntuación para cada valor medido individual del conjunto V o de un subconjunto de valores medidos – por ejemplo en el caso de valores medidos de diferentes tipos en un instante o para una cierta instancia. Aquí, el valor de puntuación puede ser un número real sin limitación de generalidad. Un valor de puntuación bajo puede ser asociado, por ejemplo, con un valor medido libre de errores y un valor de puntuación alto con un valor medido afectado con errores.

45 La función de transformación T puede asignar a un valor de puntuación, por ejemplo un número real, un valor de probabilidad, por ejemplo un número real en el intervalo [0, 1]. Así, por ejemplo, un valor medido v con  $T(v) = 0$  con

una probabilidad 0 no puede ser eliminado del conjunto V, es decir ser trasferido o permanecer con seguridad en un conjunto de aprendizaje modificado V'. Por el contrario, un valor medido v con  $T(v) = 1$  puede por ejemplo ser eliminado del conjunto V con una probabilidad 1, es decir no ser transferido o permanecer en un conjunto de aprendizaje V'.

5 La función de ponderación G puede calcular una ponderación para cada probabilidad p de un valor medido v, que está determinada por T. La ponderación del valor medido v correspondiente puede representar así un valor con el que debe ser ponderado el valor medido v en el proceso de aprendizaje/en la inclusión en V'. Así, los valores medidos con una alta ponderación pueden tener una mayor influencia sobre el modelo M. La función de ponderación  
10 puede aquí ser definida por  $G(p) = 1-p$ .

Las funciones F, T y G pueden ser definidas tanto para valores medidos individuales v, como para un conjunto de valores medidos V.

15 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el procedimiento comprende además la etapa de: determinar si el sistema S se encuentra en un estado libre de errores o en un estado afectado con errores.

También, para otro conjunto W de valores medidos w no marcados del sistema S, por ejemplo en un instante posterior, se puede determinar si el sistema S en el momento respectivo se encuentra en un estado libre de errores o afectado con errores. Esta determinación puede realizarse por el modelo de aprendizaje M entrenado o por el sistema de evaluación B.  
20

De acuerdo con otra forma de realización según la invención, la función de puntuación F puede representar un sistema de aprendizaje L' independiente, preferiblemente mecánico y el sistema de evaluación B' con salida de un valor de puntuación. También la función de puntuación F puede estar formada teniendo en cuenta los k vecinos próximos y/o el factor de intervalo intercuartílico y/o el factor local de valor atípico. Además, la función de la puntuación F, para cada valor medido v del conjunto V, puede determinar la distancia al vecino más próximo, es decir, la distancia mínima  $d(v)$  del valor medido v y dividirla por la distancia promedio m de todos los valores medidos v de V, de manera que  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = d(v)/m = q$ . La función de transformación T puede también ser una  
25 función constantemente creciente, preferiblemente con  $0 \leq T(x) \leq 1$  para todo  $x \in R$ , de forma particularmente preferida ser una distribución normal, una distribución de Weibull, una distribución beta, o una distribución constantemente uniforme. La función de ponderación G se puede definir como  $G(p) = 1-p = 1-T(F(v))$ .  
30

La función constantemente creciente de la función de transformación T puede tener preferentemente la propiedad  $0 \leq T(x) \leq 1$  para todo  $x \in R$  con  $T(-\infty) \geq 0$  y  $T(+\infty) \leq 1$ .  
35

Para la función de puntuación F también pueden utilizarse algoritmos que pueden operar sin el conocimiento de la distribución subyacente de los valores medidos. La función de puntuación F también puede presentar un algoritmo de factor local de valores atípicos o un algoritmo de probabilidad local de valores atípicos.  
40

De acuerdo con otra forma de realización según la invención, las etapas b1) a b3) pueden ser ejecutadas varias veces iterativamente una tras otra.

45 Mediante la ejecución iterativa una tras otra de las etapas b1) a b3) pueden ser empleadas varias veces sucesivas la función de puntuación F, la función de transformación T y la eliminación aleatoria de valores medidos de V o las ponderaciones de valores medidos de V.

De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el conjunto V en la etapa a) puede ser dividido en subconjuntos  $V_1, \dots, V_N$  con  $N \in N$  y en la etapa b) pueden ser formados subconjuntos modificados  $V'_1, \dots, V'_N$  con  $N' \in N$  el conjunto de aprendizaje V' puede formarse a partir de los subconjuntos modificados  $V'_1, \dots, V'_N$ .  
50

Por consiguiente, también en b1) pueden ser formados a partir de los subconjuntos  $V_1, \dots, V_N$  los conjuntos correspondientes de valores de puntuación  $Q_1, \dots, Q_N$  con  $N \in N$  mediante al menos una función de puntuación F. Además, en b2) pueden ser formados a partir de los correspondientes conjuntos de valores de puntuación  $Q_1, \dots, Q_N$  conjuntos de probabilidades correspondientes  $P_1, \dots, P_N$  con  $N \in N$  mediante al menos una función de transformación T.  
55

De acuerdo con otra forma de realización según la invención, en la etapa b) durante la eliminación y/o ponderaciones de valores medidos v del conjunto V puede ser eliminado también al menos un vecino próximo al valor medido v. La eliminación del vecino próximo al valor medido v puede realizarse de acuerdo con criterios basados en el valor y/o temporales. Así, por ejemplo, puede ser eliminado un vecino próximo que tenga un valor comparable al valor medido v o que se produzca muy cerca del valor medido v. También por ejemplo, el vecino próximo se puede seleccionar de manera que se encuentre próximo en el tiempo al valor medido. Así, el vecino  
60

próximo puede haber sido registrado, por ejemplo, simultáneamente o dentro de un límite de tiempo antes o después del propio valor medido a ser eliminado.

5 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, pueden ser seleccionados los valores medidos del grupo que comprenden: utilización de una unidad de cálculo, usuario y espacio libre de almacenamiento, utilización y estado de los canales de entrada y salida, número de paquetes libres de errores o afectados con errores, longitud de colas de transmisión, solicitudes de servicio libres de errores o afectadas con errores, tiempo de procesamiento de una solicitud de servicio.

10 La invención se refiere también a un sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema S, el cual puede encontrarse en un estado libre de errores o afectado con errores, presentado el sistema S al menos una red de comunicación, un componente de red de un sistema de comunicación y/o un servicio de una red de comunicación, con: un dispositivo para formar un conjunto V de valores medidos v no marcados del sistema S; un dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado V' con valores medidos v' para un sistema de aprendizaje L mediante la eliminación y/o ponderaciones de valores medidos del conjunto V utilizando un método basado en el azar; un sistema de aprendizaje L adecuado para formar un modelo M para la evaluación de valores medidos del sistema S a partir del conjunto de aprendizaje modificado V'; y un sistema de evaluación B adecuado para evaluar los valores medidos del sistema S utilizando el modelo M.

20 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado V' puede presentar: un dispositivo para formar un conjunto de valores de puntuación Q con valores de puntuación q a partir del conjunto V por al menos una función de puntuación  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ; un dispositivo para formar un conjunto de probabilidades P con probabilidades p a partir del conjunto de valores de puntuación Q mediante al menos una función de transformación  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ .

25 El dispositivo para formar el conjunto de aprendizaje modificado V' puede ser adecuado para formar el conjunto de aprendizaje modificado V' de valores medidos por la inclusión en el conjunto de aprendizaje modificado V' de los valores medidos  $v \in V$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , donde  $p = T(F(v))$ . También, el dispositivo para formar el conjunto de aprendizaje modificado V' puede ser adecuado para formar el conjunto de aprendizaje modificado V' a partir de valores medidos mediante la ponderación de los valores medidos  $v \in V$  por al menos una función de ponderación G.

30 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema S puede presentar además un dispositivo para determinar si el sistema S se encuentra en un estado libre de errores o afectado con errores.

35 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el dispositivo para la formación de un conjunto de valores de puntuación Q puede ser adecuado para formar varias veces el conjunto de valores de puntuación Q. También, el dispositivo para formar un conjunto de probabilidades P puede ser adecuado para formar varias veces el conjunto de probabilidades. Además, el dispositivo para formar el conjunto de aprendizaje modificado V' puede ser adecuado para formar varias veces el conjunto de aprendizaje modificado V'.

40 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el dispositivo para formar un conjunto V de valores medidos v no marcados del sistema S puede ser adecuado para dividir el conjunto V en subconjuntos  $V_1, \dots, V_N$  con  $N \in \mathbb{N}$ . También el dispositivo para la formación de un conjunto de aprendizaje modificado V' puede ser apropiado para formar subconjuntos modificados  $V_1', \dots, V_N'$  con  $N' \in \mathbb{N}$  y construir el conjunto de aprendizaje V' a partir de los subconjuntos modificados  $V_1', \dots, V_N'$ .

45 De acuerdo con otra forma de realización según la invención, el dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado V' puede ser adecuado para en la eliminación y/o ponderaciones de valores medidos v del conjunto V eliminar también al menos un vecino próximo al valor medido v.

50 La presente invención proporciona un procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema S que no requiere el uso de valores umbral y en su lugar utiliza un procedimiento aleatorizado/basado en el azar. Mediante el uso de un procedimiento aleatorizado/basado en el azar no tiene que ser determinado ningún valor umbral por el usuario con ensayos y evaluaciones costosos y tampoco valores medidos del conjunto V que tengan desviaciones muy grandes respecto a la mayoría de los valores medidos, pero que pertenecen a un estado normal del sistema S, tienen posibilidad alguna – de acuerdo con la probabilidad asignada- de ser incluidos en el conjunto de aprendizaje de valores medidos. En los procedimientos con valores umbral este objetivo es difícil o imposible de alcanzar. El procedimiento según la invención no requiere ningún conocimiento acerca de las distribuciones subyacentes de los valores medidos; sin embargo en caso de que se tenga este conocimiento total o parcialmente, este puede ser utilizado en la selección de la(s) función(es) de puntuación F y funciones de transformación T. En contraste con los procedimientos del estado de la técnica, en la presente invención por el procedimiento aleatorizado se emplean las probabilidades calculadas con la función T para formar el conjunto de aprendizaje de forma aleatorizada; asimismo puede ser importante no solo el conjunto de aprendizaje actual V, sino además el posible comportamiento de los

valores medidos del sistema S. Los valores de probabilidad calculados no (solo) se utilizan con el fin de crear una lista de valores atípicos, sino que se utilizan en un procedimiento aleatorizado para determinar un conjunto de aprendizaje reducido  $V'$  a partir del conjunto de aprendizaje  $V$  original.

5 La invención se explica en más detalle a continuación con referencia a ejemplos y dibujos.

Muestran:

Figura 1, una representación esquemática de un procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema S de acuerdo con un procedimiento convencional del estado de la técnica,  
 10 Figura 2, una representación esquemática de una forma de realización preferida de un procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema de acuerdo con la presente invención,  
 Figura 3, una representación esquemática de una forma de realización preferida de un sistema para evaluar valores medidos registrados de un sistema S de acuerdo con la presente invención, y  
 15 Figura 4, una representación esquemática de una distribución de Weibull utilizada como función de transferencia de un ejemplo de realización preferido de un procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema según la presente invención.

La Figura 1 muestra una representación esquemática de un procedimiento convencional para evaluar valores medidos registrados de un sistema S de acuerdo con el estado de la técnica.

20 En un sistema S, por ejemplo una red, es registrado un conjunto V de valores medidos v. Este conjunto V servirá como conjunto de aprendizaje para un sistema de aprendizaje L. Los valores medidos v del conjunto V están sin marcar, es decir, no se puede hacer ninguna afirmación de si los valores medidos v están afectados con errores o no, es decir, de si el sistema S en el registro de los valores medidos se encuentra o no en un estado afectado con errores.

El sistema de aprendizaje L evalúa, con ayuda de un valor umbral fijado, el conjunto de valores de medición V o los valores medidos v. En el presente caso, los valores medidos v que se sitúan por debajo del valor umbral son eliminados del conjunto de aprendizaje y ya no son tenidos en cuenta. El conjunto de aprendizaje  $V'$  así determinado, que tiene solo los valores de medición v por encima del valor umbral, es utilizado por el sistema de aprendizaje L para formar un modelo M. El modelo M es así una representación del sistema S libre de errores con respecto a los valores medidos entrenados. Con el modelo M debe realizarse ahora una afirmación para futuros nuevos valores de medición w en cuanto a si el sistema S se encuentra en un estado con errores o afectado con errores.

35 Para ello, utilizando el modelo M es formado un sistema de evaluación B. A continuación, los valores medidos w que van a ser evaluados del nuevo conjunto de valores medidos W son conducidos al sistema de evaluación B. Luego, el sistema de evaluación B realiza la evaluación de los valores medidos w del conjunto de valores medidos W teniendo en cuenta el modelo M formado y hace una afirmación de si los valores medidos w están afectados con errores o no y, por tanto, de si el sistema S se encuentra en un estado afectado con errores o no.

La Figura 2 muestra una representación esquemática de una forma de realización preferida de un procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema S de acuerdo con la presente invención. En esta forma de realización preferida son registrados de nuevo valores medidos v en un sistema S y reunidos para formar un conjunto de valores medidos V, que está concebido como conjunto de aprendizaje. Ahora se aplica a los valores medidos v una función de puntuación F y de esta manera se forma un conjunto de valores de puntuación Q con valores de puntuación q. A continuación se aplica a este conjunto de valores de puntuación Q una función de transformación T y se forma así un conjunto de probabilidades P con probabilidades p. Por una selección aleatorizada es formado a continuación el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  de valores medidos. En este caso son incluidos en el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  los valores medidos v con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ . Los valores medidos v pueden recibir también (o solo) una ponderación correspondiente mediante una función de ponderación apropiada G y, en consecuencia, son incluidos en el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  todos los valores medidos  $v \in V$  con ponderaciones correspondientes.

55 A continuación, el sistema de aprendizaje L utilizando el conjunto de aprendizaje  $V'$  forma un modelo M adecuado, siendo el modelo M de nuevo una representación del sistema S libre de errores.

Usando el modelo M se forma a continuación un sistema de evaluación B. Al sistema de evaluación B son proporcionados nuevos valores medidos registrados  $w \in W$  del sistema y el sistema de evaluación evalúa si los nuevos valores medidos  $w \in W$  están afectados con errores o son normales y en consecuencia si el sistema S se encuentra en un estado afectado con errores o en un estado normal.

La Figura 3 muestra una representación esquemática de una forma de realización preferida de un sistema para evaluar valores medidos registrados de un sistema S de acuerdo con la presente invención. El sistema 100 para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema S tiene un dispositivo 110 para la formación de un

conjunto  $V$  de valores medidos  $v$  no marcados del sistema  $S$ , un dispositivo 120 para formar un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$ , un sistema de aprendizaje  $L$  130, un sistema de evaluación  $B$  140, así como un dispositivo 150 para determinar si el sistema  $S$  se encuentra en un estado con errores o afectado con errores.

5 El dispositivo 110 recibe del sistema  $S$  valores medidos  $v$  registrados y a partir de estos valores medidos registrados forma un conjunto  $V$  de valores medidos  $v$  no marcados. A continuación se forma en el dispositivo 120 un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  con valores medidos  $v'$  como sigue:

10 En el dispositivo 121, mediante una función de puntuación  $F$  se forma a partir del conjunto  $V$  con los valores medidos  $v$  un conjunto de valores de puntuación  $Q$  con los valores de puntuación  $q$ . A continuación en el dispositivo 121 por medio de una función de transformación  $T$  a partir del conjunto de valores de puntuación  $Q$  con los valores de puntuación  $q$  se forma un conjunto de probabilidades  $P$  con probabilidades  $p$ . Posteriormente, en el dispositivo 120 los valores medidos  $v$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , con  $p = T(F(v))$  son incluidos en el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$ . Por tanto, se crea un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  por tratamiento aleatorizado/basado en el azar del conjunto  $V$  registrado originalmente.

20 A continuación el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  es empleado en el sistema de aprendizaje  $L$  130 para formar un modelo  $M$  para el sistema  $S$ . El modelo  $M$  constituye así una representación del sistema  $S$  libre de errores.

25 Con ayuda de este modelo  $M$  se evalúa posteriormente en el sistema de evaluación  $B$  140, si los valores medidos  $w$  a evaluar de un nuevo conjunto de valores medidos  $W$  del sistema están afectados con errores o no. El conjunto de valores medidos  $W$  con los valores medidos  $w$  a ser evaluados puede igualmente ser formado o registrado por el dispositivo 110. A continuación, en un dispositivo 150 se determina basándose en la evaluación de los valores medidos  $w$ , si el sistema  $S$  se encuentra en un estado libre de errores o afectado con errores. Los resultados así determinados de si los valores medidos  $w$  están afectados con errores o no, o de si el sistema  $S$  se encuentra en un estado afectado con errores o libre de errores pueden, por tanto, seguir siendo procesados posteriormente por ejemplo en otro sistema.

30 La Figura 4 muestra una representación esquemática de una distribución de Weibull utilizada como función de transferencia de un ejemplo de realización preferido de un procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema de acuerdo con la presente invención. En el ejemplo de realización descrito aquí de acuerdo con la presente invención son medidos a continuación seis valores para una determinada magnitud (tipo) en el sistema  $S$  y son utilizados posteriormente como entrada para sistema de aprendizaje  $L$ . El conjunto de valores medidos  $V$  de los valores medidos  $v$  es:  $V = (101, 102, 1, 100, 103, 105)$ .

40 El tercer valor medido  $v = 1$  es un valor atípico en la serie de valores medidos. Sin embargo, el sistema de aprendizaje  $L$  no tiene informaciones sobre si en cuanto al valor atípico se trata de un valor medido afectado con errores o libre de errores y de si este valor atípico fue medido en un estado del sistema  $S$  afectado con errores o libre de errores.

Si ahora el sistema de aprendizaje  $L$  para un conjunto de aprendizaje  $V$  como modelo  $M$  formara el mínimo y el máximo de los valores medidos de  $V$ , entonces resultaría:

- 45
- con el valor medido  $v = 1$ : Mínimo = 1, Máximo = 105
  - sin el valor medido  $v = 1$ : Mínimo = 100, máximo = 105

50 Si ahora se tomara el mínimo y máximo como modelo  $M$  para la descripción del sistema libre de errores, entonces en el presente caso, dependiendo de si el valor medido 1 fuera añadido o no, resultarían dos realizaciones completamente diferentes. En el caso de mínimo = 1 y máximo = 105, el intervalo de aceptación para los nuevos valores medidos es mayor que en el caso de mínimo = 100 y máximo = 105.

En el primer caso serían aceptados como normales más valores medidos que en el segundo caso.

55 Por tanto, en lugar de ello en el presente ejemplo según invención se toma como función de puntuación  $F(v)$  la función que para cada valor medido  $v$  de  $V$  forma la distancia al valor medido de  $V$  más próximo y divide esta por la distancia media  $m$  de todos los valores medidos de  $V$ .

60 Se designa por  $d(v)$  la distancia mínima del valor medido  $v$  con respecto a todos los otros valores medidos. Por tanto, resulta:

- 65
- $d(101) = 1$
  - $d(102) = 1$
  - $d(1) = 99$
  - $d(100) = 1$

- d(103) = 1
- d(105) = 2

Por tanto, la distancia media m es entonces:

5 
$$- m = (1 + 1 + 99 + 1 + 1 + 2)/6 = 105/6 = 17,5$$

Con la función de puntuación F pueden ahora calcularse los valores de puntuación para los valores medidos de V:

- 10
- $F(101) = 1/17,5 \approx 0,057$
  - $F(102) = 1/17,5 \approx 0,057$
  - $F(1) = 99/17,5 \approx 5,65$
  - $F(100) = 1/17,5 \approx 0,057$
  - $F(103) = 1/17,5 \approx 0,057$
- 15
- $F(105) = 2/17,5 \approx 0,11$

Según la invención después estos valores de puntuación son transformados en probabilidades con una función de transferencia T. En el ejemplo de realización de acuerdo con la invención se emplea como función de transferencia la distribución de Weibull con el parámetro  $k = 2$ , el llamado parámetro de forma, y  $\lambda = 2$ , el llamado parámetro de escala.

20

La distribución de Weibull T se define como sigue:

- 25
- $x < 0: T(x; k, \lambda) = 0$
  - $x \geq 0: T(x; k, \lambda) = (k/\lambda) (x/\lambda)^{k-1} \exp(-(x/\lambda)^k)$

donde “ $\wedge$ ” es la potenciación y  $\exp(\ )$  la función exponencial.

La Figura 3 muestra la distribución de Weibull según la invención con estos parámetros.

30

Los valores de puntuación transformados con T resultan ser:

- 35
- $F(101) = 1/17,5 \approx 0,057, T(0,057) = 0,00081$
  - $F(102) = 1/17,5 \approx 0,057, T(0,057) = 0,00081$
  - $F(1) = 99/17,5 \approx 5,65, T(5,65) = 0,9996$
  - $F(100) = 1/17,5 \approx 0,057, T(0,057) = 0,00081$
  - $F(103) = 1/17,5 \approx 0,057, T(0,057) = 0,00081$
  - $F(105) = 2/17,5 \approx 0,11, T(0,057) = 0,0030$

40 Los valores medidos individuales son eliminados o mantenidos ahora de forma aleatoria en base al valor de probabilidad calculado a partir del conjunto de aprendizaje V.

Por tanto, se mantienen en V los valores medidos 101, 102, 100, 103, 105 con mayor probabilidad y se elimina el valor medido 1. El conjunto de aprendizaje modificado V' incluye, por tanto, con alta probabilidad los siguientes valores medidos:

45

- $V' = (101, 102, 100, 103, 105)$ .

A continuación se forma un modelo M adecuado utilizando el conjunto de aprendizaje V' y utilizando el modelo M se forma posteriormente un sistema de evaluación B.

50

Al sistema de evaluación B pueden ser proporcionados a continuación nuevos valores medidos  $w \in W$  registrados del sistema y el sistema de evaluación puede evaluar si los nuevos valores medidos  $w \in W$  están afectados con errores o son normales y correspondientemente si el sistema S se encuentra en un estado afectado con errores o en un estado normal.

55

Aunque la invención ha sido representada y descrita en detalle por medio de las figuras y de la descripción correspondiente, esta representación y esta descripción detallada deben entenderse como ilustrativas y a modo de ejemplo y no como que limitan la invención. Se entiende que los expertos pueden hacer cambios y modificaciones sin apartarse del alcance de las siguientes reivindicaciones. En particular, la invención incluye igualmente formas de realización con cualquier combinación de las características que son mencionadas o mostradas anteriormente o a continuación para diversas formas de realización.

60

La invención comprende igualmente características individuales en las figuras aunque se muestren allí en relación con otras características y/o no sean mencionadas anteriormente o a continuación. También comprende las

65

alternativas de formas de realización explicadas en las figuras y la descripción y alternativas individuales cuyas características pueden ser deducidas del contenido de la invención o de los contenidos dados a conocer. La invención comprende formas de realización que incluyen exclusivamente las características descritas en las reivindicaciones o en los ejemplos de realización, así como también aquellas que comprenden las otras características adicionales.

5

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para evaluar valores medidos registrados de un sistema S, el cual se puede encontrar en un estado libre de errores o afectado con errores, presentando el sistema S al menos una red de comunicación, un componente de red de un sistema de comunicación o un servicio de una red de comunicación, con las siguientes etapas, en el siguiente orden:
- a) formar un conjunto V de valores medidos v no marcados del sistema S;
  - b) formar un conjunto de aprendizaje modificado V' con valores medidos v' para un sistema de aprendizaje L mediante (i) eliminación o (ii) ponderaciones o (iii) eliminación y ponderaciones de valores medidos del conjunto V utilizando un método basado en el azar;
  - c) formar un modelo M para la evaluación de valores medidos del sistema S mediante el sistema de aprendizaje L a partir del conjunto de aprendizaje modificado V'; y
  - d) evaluar los valores medidos del sistema S mediante un sistema de evaluación B utilizando el modelo M.
- en el que en la etapa b) en (i) eliminación o (ii) ponderaciones o (iii) eliminación y ponderaciones de valores medidos v del conjunto V es eliminado al menos un vecino próximo del valor medido v.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa b) presenta las siguientes etapas:
- b1) formar un conjunto de valores de puntuación Q con valores de puntuación q del conjunto V mediante al menos una función de puntuación  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ;
  - b2) formar un conjunto de probabilidades P con probabilidades p a partir del conjunto de valores de puntuación Q mediante al menos una función de transformación  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ;
  - b3) formar el conjunto de aprendizaje modificado V' de valores medidos, en el que son incluidos en el conjunto de aprendizaje modificado V' los valores medidos  $v \in V$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , con  $p = T(F(v))$
- o en el que los valores medidos  $v \in V$  reciben una ponderación correspondiente mediante al menos una función de ponderación G.
3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la etapa b) presenta las siguientes etapas:
- b1) formar un conjunto de valores de puntuación Q con valores de puntuación q del conjunto V mediante al menos una función de puntuación  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ;
  - b2) formar un conjunto de probabilidades P con probabilidades p a partir del conjunto de valores de puntuación Q mediante al menos una función de transformación  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ;
  - b3) formar el conjunto de aprendizaje modificado V' de valores medidos, en el que son incluidos en el conjunto de aprendizaje modificado V' los valores medidos  $v \in V$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , con  $p = T(F(v))$
- y en el que los valores medidos de  $v \in V$  reciben una ponderación correspondiente mediante al menos una función de ponderación G.
4. Procedimiento según la reivindicación 2 o 3, en el que el procedimiento presenta las etapas b1) a b3) en el orden mencionado.
5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la función de puntuación F puede representar un sistema de aprendizaje independiente L' y un sistema de evaluación B' con salida de un valor de puntuación.
6. Procedimiento según la reivindicación 5, en el que la función de puntuación F puede representar un sistema de aprendizaje mecánico independiente L' y un sistema de evaluación B' con salida de un valor de puntuación.
7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 6, en el que la función de puntuación F está formada teniendo en cuenta los k vecinos próximos al valor medido v.
8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 7, en el que la función de transformación T es una función constantemente creciente.
9. Procedimiento según la reivindicación 8, en el que la función de transformación T es una función constantemente creciente con  $0 \leq T(x) \leq 1$  para todo  $x \in R$ .
10. Procedimiento según la reivindicación 8 o 9, en el que la función de transformación T es una distribución normal, una distribución de Weibull, una distribución Beta, o una distribución constantemente uniforme.

11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 10, en el que la función de ponderación  $G$  se define como  $G(p) = 1-p = 1-T(F(v))$ .

12. Procedimiento según una de las reivindicaciones 2 a 11, en el que las etapas b1) a b3) son realizadas iterativamente varias veces de forma sucesiva.

13. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que el conjunto  $V$  en la etapa a) es dividido en subconjuntos  $V_1, \dots, V_N$  con  $N \in \mathbb{N}$  y en el que en la etapa b) son formados subconjuntos modificados  $V_1', \dots, V_N'$  con  $N' \in \mathbb{N}$  y el conjunto de aprendizaje  $V'$  está compuesto por los subconjuntos modificados  $V_1', \dots, V_N'$ .

14. Procedimiento según una de las reivindicaciones precedentes, en el que son seleccionados valores medidos del grupo, que comprende: utilización de una unidad de cálculo, usuario y espacio libre de almacenamiento libre, utilización y estado de canales de entrada y salida, número de paquetes libres de errores o afectados con errores, longitudes de colas de transmisión, solicitudes de servicio libres de errores o afectadas con errores, tiempo de procesamiento de una solicitud de servicio.

15. Sistema para la evaluación de valores medidos registrados de un sistema  $S$ , el cual puede encontrarse en un estado libre de errores o afectado con errores, presentando el sistema  $S$  al menos una red de comunicación, un componente de red de un sistema de comunicación o un servicio de una red de comunicación, con:

un dispositivo para la formación de un conjunto  $V$  de valores medidos  $v$  no marcados del sistema  $S$ ; un dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  con valores medidos  $v'$  para un sistema de aprendizaje  $L$  mediante (i) eliminación o (ii) ponderaciones o (iii) eliminación y ponderaciones de valores medidos a partir del conjunto  $V$  utilizando un método basado en el azar;  
 en el que el sistema de aprendizaje  $L$  es adecuado para formar un modelo  $M$  para la evaluación de valores medidos del sistema  $S$  a partir del conjunto de aprendizaje modificado  $V'$ ; y  
 en el que el sistema de evaluación  $B$  es adecuado para la evaluación de valores medidos del sistema  $S$  utilizando el modelo  $M$ , en el que el dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  es adecuado para en (i) eliminación o (ii) ponderaciones o (iii) eliminación o ponderaciones de valores medidos  $v$  del conjunto  $V$  eliminar al menos un vecino próximo al valor medido  $v$ .

16. Sistema según la reivindicación 15, en el que el dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  presenta:

un dispositivo para la formación de un conjunto de valores de puntuación  $Q$  con valores de puntuación  $q$  a partir del conjunto  $V$  mediante al menos una función de puntuación  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ; un dispositivo para formar un conjunto de probabilidades  $P$  con probabilidades  $p$  a partir del conjunto de valores de puntuación  $Q$  mediante al menos una función de transformación  $T: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ ; y  
 en el que el dispositivo para formar el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  es adecuado para formar el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  de valores medidos mediante la inclusión en el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  de los valores medidos  $v \in V$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , con  $p = T(F(v))$  o por ponderación de los valores medidos  $v \in V$  mediante al menos una función de ponderación  $G$ .

17. Sistema según la reivindicación 16, en el que el dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  presenta:

un dispositivo para la formación de un conjunto de valores de puntuación  $Q$  con valores de puntuación  $q$  a partir del conjunto  $V$  mediante al menos una función de puntuación  $F: V \rightarrow Q, v \mapsto F(v) = q$ ;  
 un dispositivo para la formación de un conjunto de probabilidades  $P$  con probabilidades  $p$  a partir del conjunto de valores de puntuación  $Q$  mediante al menos una función de transformación  $F: Q \rightarrow P, q \mapsto T(q) = T(F(v)) = p$ , y  
 en el que el dispositivo para formar el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  es adecuado para formar el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  de valores medidos por inclusión en el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  de los valores medidos  $v \in V$  con una probabilidad correspondiente de  $1-p$ , con  $p = T(F(v))$  y por ponderación de los valores medidos  $v \in V$  mediante al menos una función de ponderación  $G$ .

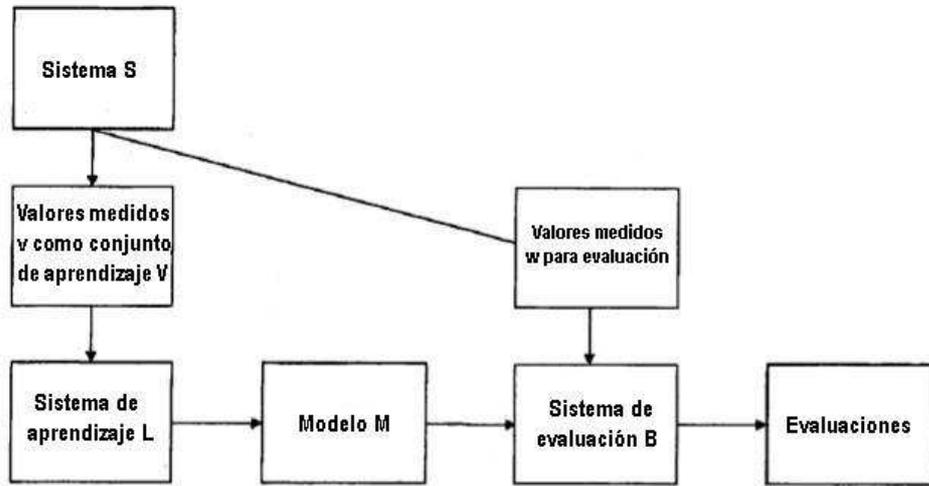
18. Sistema según una de las reivindicaciones 15 a 17, en el que el dispositivo para la formación de un conjunto de valores de puntuación  $Q$  es adecuado para formar varias veces el conjunto de valores de puntuación  $Q$  y en el que el dispositivo para la formación de un conjunto de probabilidades  $P$  es adecuado para formar varias veces el conjunto de probabilidades, y en el que el dispositivo para formar el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  es adecuado para formar varias veces el conjunto de aprendizaje modificado  $V'$ .

19. Sistema según una de las reivindicaciones 15 a 18, en el que el dispositivo para formar un conjunto  $V$  de valores medidos no marcados  $v$  del sistema  $S$  es adecuado para dividir el conjunto  $V$  en subconjuntos  $V_1, \dots, V_N$  con  $N \in \mathbb{N}$

N y en el que el dispositivo para formar un conjunto de aprendizaje modificado  $V'$  es adecuado para formar subconjuntos modificados  $V_{-1}'$ , ...,  $V_{-N}'$  con  $N' \in N$  y construir el conjunto de aprendizaje  $V'$  por los subconjuntos modificados  $V_{-1}'$ , ...,  $V_{-N}'$ .

- 5 20. Sistema según una de las reivindicaciones anteriores, en el que son seleccionados valores medidos del grupo que comprende: utilización de una unidad de cálculo, usuario y el espacio libre de almacenamiento, utilización y estado de los canales de entrada y salida, número de paquetes libres de errores o afectados con errores, longitud de colas de transmisión, solicitudes de servicio libres de errores o afectadas con errores, tiempo de procesamiento de una solicitud de servicio.

10



**Figura 1**

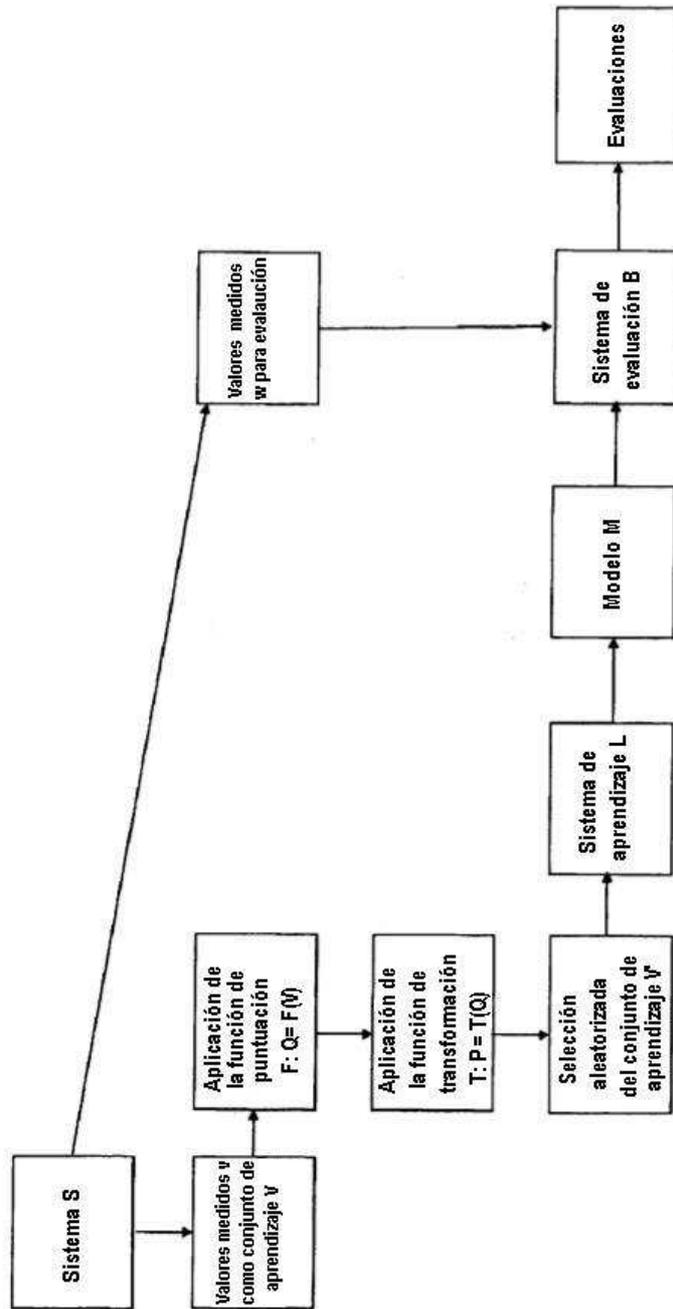


Figura 2

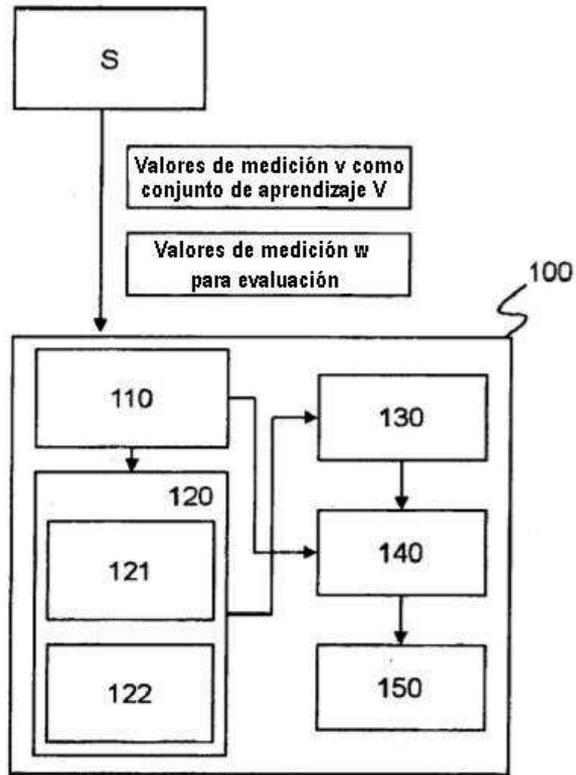


Figura 3

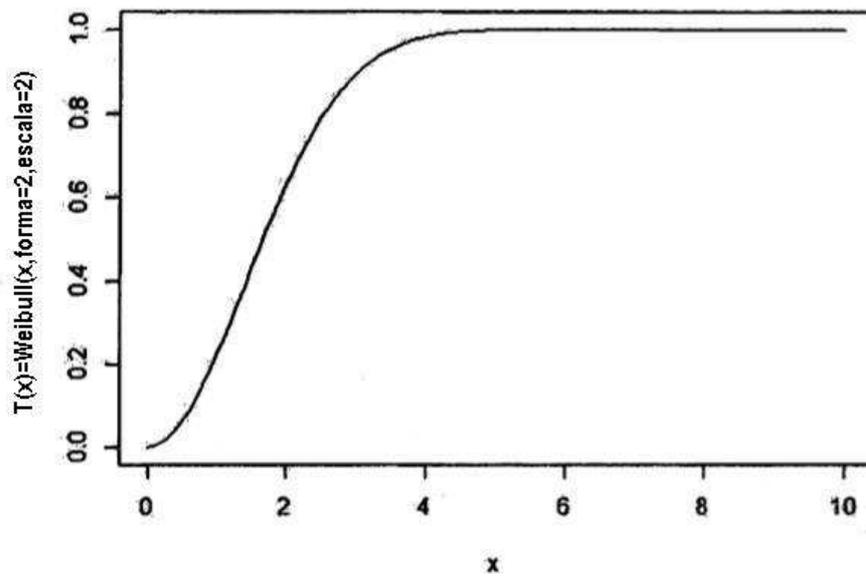


Figura 4