

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 197**

51 Int. Cl.:

B64F 5/00 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

G01M 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.09.2014 E 14184839 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.02.2016 EP 2857916**

54 Título: **Método y dispositivo para la detección de un error en una disposición**

30 Prioridad:

16.09.2013 DE 102013110151

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

11.03.2016

73 Titular/es:

**AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH (100.0%)
Willy-Messerschmitt-Strasse 1
85521 Ottobrunn, DE**

72 Inventor/es:

STILKERICH, STEPHAN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 563 197 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

Método y dispositivo para la detección de un error en una disposición

5 La invención se refiere a un método para la detección y, en particular, para el tratamiento de un error en una disposición, pudiendo estar la disposición caracterizada por al menos un parámetro. Preferentemente, la disposición está dispuesta en un sistema técnico que, preferentemente, se controla automáticamente y/o es no tripulado. En particular, se ha previsto la disposición en un aparato volante. Además, la invención se refiere a un dispositivo de detección, y en particular tratamiento de un error en una disposición. Además de ello, la invención comprende un aparato volante que incluye una disposición y un dispositivo de detección de este tipo.

15 Los aparatos volantes, por ejemplo aviones, objetos volantes no tripulados, helicópteros o satélites muestran un elevado grado de complejidad en su diseño. Como resultado, frecuentemente es muy dificultoso detectar todos los errores posibles y/o iniciar contramedidas. Ello se refiere, en particular, a errores que durante el desarrollo o las pruebas de rutina del aparato volador no han podido ser detectados o no puedan ser detectados. Los errores pueden ser de naturaleza transitoria y también de naturaleza permanente. En particular, tales errores se pueden generar a través de un determinado periodo, de manera que su detección es particularmente difícil. Justamente, en aparatos volantes controlados automáticamente o también en aparatos volantes no alcanzables, por ejemplo satélites, la detección automática y el tratamiento de errores es particularmente de mucha ayuda. Ello se denomina frecuentemente autopercepción (detectar) o autoexpresión (tratar).

20 El documento US 2009/0229272 A1 describe un método para el monitoreo de una máquina de propulsión de un vehículo aéreo. En el documento AT 202 384 B se describe un método para la regulación de un parámetro de calidad de un producto, por ejemplo sus dimensiones, peso o volumen. El documento DE 36 33 402 A1 da a conocer un sistema de monitoreo de propulsores. Con la ayuda de dicho sistema se puede monitorear, por ejemplo, la temperatura, el par y las revoluciones de un propulsor. En el documento US 6 408 259 B1 se describe un método para la detección de una condición anormal de una turbina de vehículo aéreo.

30 El documento 2013/0132000 A1 describe un método para la detección de un error y para la determinación de la causa del error. Para ello, en una disposición estructurada de diferentes componentes los parámetros de los componentes se determinan mediante sensores. Los parámetros se registran cronológicamente y se dividen en grupos que están en relación con los componentes respectivos. En cada uno de estos grupos se determina si los parámetros se apartan de un valor de norma.

35 El documento DE 10 2011 108 678 A1 se refiere a un método para la detección de errores y anomalías en datos de reparaciones de mantenimiento. Para ello se determinan identificadores de parámetros operativos (PID) mediante diferentes sensores y rutinas de software de diagnóstico de los diferentes elementos de un vehículo. En una fase de entrenamiento, se determinan determinados clúster de PID en los cuales el cambio de un PID está en correlación con el cambio del otro PID.

40 El documento DE 10 2009 040 386 A1 se refiere a un método para el monitoreo del estado y proceso de un sistema técnico. El monitoreo se realiza mediante múltiples parámetros de proceso del sistema técnico. Para ello, el rango de valores de un parámetro de proceso es dividido en diferentes intervalos y se determina a cuál intervalo pertenece el parámetro de proceso medido.

45 El objetivo de la invención es, por consiguiente, facilitar un sistema que pueda detectar errores automáticamente y de manera fiable.

50 El objetivo se consigue mediante el método según la reivindicación 1, el dispositivo según la reivindicación 6 y mediante el aparato volador según la reivindicación 11.

Las configuraciones ventajosas de la invención son materia de las reivindicaciones dependientes.

55 El método según la invención para la detección de un error en una disposición, en particular una disposición de un aparato volante, incluye los pasos siguientes, pudiendo estar la disposición caracterizada por al menos un parámetro. En un paso se registran múltiples valores del parámetro en diferentes momentos y/o en diferentes puntos de medición. Otro paso es clasificar los valores del parámetro en una pluralidad de grupos y la determinación del número de valores en cada grupo. Además, se forma una estadística con el número de valores de los grupos, siendo el número de valores representado por medio de los grupos. Además de ello, el método se destaca mediante los pasos de comparación de la estadística formada con una estadística especificada mediante métodos estadísticos y la emisión de una señal de error en el caso en el que la medida de la comparación estadística supere un valor predeterminado.

65 Un error en el sentido de la presente invención es cualquier desviación de un modo de funcionamiento normal o deseado de la disposición. También se puede considerar un error un comportamiento de un tipo que se contrapone

al comportamiento deseado de la disposición, sin que este comportamiento no deseado sea considerado desde el principio como un error o fallo. Los errores de la disposición pueden producir un fallo, un fracaso o un rendimiento disminuido de la disposición.

5 La disposición puede estar prevista en un sistema técnico que, preferentemente, opera automáticamente y/o se mueve sin tripulación. Por ejemplo, la disposición puede ser usada en un submarino o en instalaciones técnicas difícilmente alcanzables, por ejemplo plataformas mar afuera. En particular, la disposición tiene aplicación en aparatos volantes.

10 Un aparato volante en el sentido de esta invención es cualquier sistema técnico que pueda volar. Bajo este concepto se deben entender, particularmente, aviones, helicópteros, drones u otros objetos volantes no tripulados. A los aparatos volantes también deben agregarse, además, satélites u otros objetos circulando en órbita. En particular, la disposición puede ser un sistema de mando para la navegación aérea y espacial, mediante la cual, preferentemente, pueden ser monitoreadas las funciones/ hebras críticas para la seguridad (por ejemplo regulación aérea, regulación de posición, navegación, presión de cabina,...).

15 Como disposición de un aparato volante se puede entender un componente, un conjunto de componentes, un mando de uno o múltiples componentes o un sistema del aparato volante. Sin embargo, la disposición también puede abarcar todo el aparato volante. Con ayuda del parámetro es posible caracterizar el estado de la disposición. Como ejemplo, debería mencionarse aquí el flujo de corriente que fluye en la disposición, la tensión que prevalece en la disposición, o la temperatura que existe en diferentes puntos de la disposición. A modo de ejemplo, por medio de la medición de temperatura en diferentes puntos del aparato volante es posible determinar si el sistema, en este caso un sistema de aire acondicionado, trabaja correctamente. Además, por ejemplo, con ayuda de mediciones de temperatura es posible caracterizar la capacidad funcional de un propulsor, estando en este caso la disposición realizada mediante el propulsor. Además, por ejemplo, mediante la medición de temperatura en y/o dentro de componentes electrónicos es posible caracterizar las capacidades funcionales de sistemas de aviónica, estando en este caso la disposición dada mediante el sistema aviónico.

20 Preferentemente, mediante el método también se pueden usar múltiples parámetros para la caracterización del componente. Los diferentes parámetros y sus valores pueden agruparse para formar un parámetro total.

25 En un paso se registran los valores del parámetro. En el caso del ejemplo mencionado anteriormente de la temperatura como parámetro, la temperatura se determinaría aquí. Ello se produce, en particular, en múltiples momentos, es decir a través de una cierta duración, o en múltiples diferentes puntos de medición, es decir en diferentes lugares del aparato volante. El término múltiples en este contexto se debe entender como al menos dos, en los cuales, en particular, se establecen muchos valores del parámetro.

30 En otro paso, los valores del parámetro se dividen en múltiples grupos. En este contexto, múltiples grupos pueden ser entendidos como dos o más, siendo, preferentemente, el número de grupos Y menor que el número de los valores registrados X. En particular, Y es sustancialmente menor que X. La distribución de los valores en los grupos se produce, en particular, en base a la magnitud de cada valor.

35 Después de la distribución de los valores en grupos, se determina el número de los valores individuales en un grupo. Precisamente, cuando el número de valores X es mayor que el número de valores Y, se encuentran múltiples valores en un grupo.

40 El intervalo de números especificados puede determinarse previamente mediante medición o por simulación. En la determinación de un error, mediante la aplicación del intervalo de números es posible tener en cuenta también las tolerancias.

45 La señal de error puede ser una señal, por ejemplo una luz de alarma, un aviso de alarma o un sonido de alarma. Como señal de error también debe ser entendida una reacción que ha de eliminar o al menos disminuir el error detectado.

50 Preferentemente, múltiples grupos son comparados con un intervalo de números respectivo, lo cual tiene la ventaja de que un error puede ser determinado de manera particularmente buena. En la detección de errores es posible tener en cuenta una sensibilidad mediante la selección de la amplitud del intervalo de números.

55 Mediante el método según la invención, el aparato volante es controlado técnicamente respecto de errores. El encontrar o no encontrar un error, es decir el inicio de la señal de error, tiene el efecto técnico de una evaluación objetiva realizada automática y autónomamente de la capacidad funcional de la disposición.

60 En el ejemplo de la temperatura, el método según la invención se explica a modo de ejemplo. La temperatura se usa aquí como parámetro para monitorear, por ejemplo, un climatizador del aparato volante. Para ello se mide la temperatura en múltiples lugares del aparato volante y en diferentes momentos del vuelo. Precisamente, en el vuelo

de descenso y en picada del aparato volante, en el cual en el entorno del aparato volante se presentan grandes cambios de temperatura es posible que suceda que en diferentes puntos del aparato volante la temperatura se aparte de la temperatura especificada. Mediante una medición convencional de temperatura en un solo punto, tales desviaciones se consideran, frecuentemente, como errores. En un método según la invención, los valores medidos en diferentes momentos y lugares son divididos en diferentes grupos. De tal manera, cada grupo puede incluir un intervalo de temperaturas. De allí resulta una distribución de temperaturas (o denominada estadística de temperaturas) que, por un lado, es característica para las diferentes fases de vuelo como también para toda la duración de vuelo del aparato volante. Para deducir un error, en un grupo o en múltiples grupos o en todos los grupos se compara el número de valores encontrados con un intervalo de números. Este puede ser determinado, por ejemplo, mediante una medición con un sistema de aire acondicionado apto para funcionar. Si la distribución registrada se aparta de la especificada previamente, ello puede indicar un error.

En otro ejemplo de la temperatura, el método según la invención se explica a modo de ejemplo. La temperatura se usa aquí como parámetro para monitorear, por ejemplo, el sector de aviónica y sus funcionalidades. Para ello, la temperatura es medida en una pluralidad de lugares del sector de aviónica, en y/o dentro de una pluralidad de componentes electrónicos y en diferentes momentos del vuelo. Precisamente, en diferentes fases del vuelo/ de la misión del aparato volante, la temperatura en diferentes lugares de la aviónica es característica para una aviónica trabajando correctamente o una aviónica que, quizá, trabaja erróneamente. En un método según la invención, los valores medidos en diferentes momentos y lugares son divididos en diferentes grupos. De tal manera, cada grupo puede incluir un intervalo de temperaturas. De allí resulta una distribución de temperaturas (o denominada estadística de temperaturas) que, por un lado, es característica para las diferentes fases de vuelo como también para toda la duración de vuelo del aparato volante. Para deducir un error, en un grupo o en múltiples o todos los grupos se compara el número de valores encontrados con un intervalo de números. Este puede ser determinado, por ejemplo, mediante una medición con un sistema de aviónica apto para funcionar. Si la distribución registrada se aparta de la especificada previamente, ello puede indicar un error.

El método según la invención permite diferenciar los errores en cuanto a aspectos temporales como a aspectos locales.

Una ventaja del método es que es robusto. Una única o una pequeña cantidad de entradas de datos erróneos, por ejemplo un sensor defectuoso para el registro de temperatura, no destruyen completamente la reproducción del sistema, de manera que, pese a mediciones defectuosas aisladas, no se indica un error cuando el sistema en su totalidad funciona correctamente.

Otra ventaja del método es que la representación puede ser adaptada en términos de tiempo. Para ello, los números de momentos (es decir, el periodo) en el cual se registran los valores del parámetro pueden ser adaptados para, de tal manera, examinar determinados periodos respecto de errores. El método permite, por ejemplo por medio de la adaptación de los momentos en los que se detectan los valores del parámetro, orientar la búsqueda de errores durante determinadas fases de vuelo. Alternativamente, también es posible usar todo el vuelo para la exploración respecto de errores.

Además, los grupos pueden ser adaptados a un error esperado. Ello significa que un grupo individual puede ser hecho a medida de tal manera que indique de forma particularmente significativa un error en el caso de que el número de valores se aparte del intervalo de números especificado.

Además, con el método según la invención es, preferentemente, posible modificar los criterios seleccionados respecto del grupo y el registro de los valores del parámetro, incluso durante el funcionamiento de la disposición, de manera que el método puede ser usado para examinar la disposición respecto de diferentes errores.

Preferentemente, el método es sólido en términos matemáticos, de manera que es posible una representación matemática del error, lo cual permite un procesamiento con ayuda de métodos y herramientas estadísticos.

Además, el método puede ser ejecutado mediante un sistema de procesamiento de datos, ya que los valores registrados de los parámetros son procesados con la ayuda del método, de tal manera que son legibles por máquina. Preferentemente, el método brinda la posibilidad de representar de tal manera los resultados de los diferentes pasos para que puedan ser transmitidos fácilmente de un paso al otro.

Preferentemente, en el método se registran los valores de múltiples parámetros. De esta manera, la detección de un error puede ser más seguro porque la señal de error respecto de un parámetro puede ser comparada con el resultado de otro parámetro. Por ejemplo, la señal de un error sólo es emitida cuando al menos se han emitido dos señales de error determinados para dos diferentes parámetros.

Es preferente que el parámetro sea una magnitud física que, preferentemente, sea detectada mediante una medición. Además, es preferente que el parámetro sea un parámetro operativo de un sistema de mando de la disposición, preferentemente siendo el parámetro operativo registrado mediante la medición del sistema de mando.

Como magnitud física se puede entender cualquier magnitud que pueda ser registrada mediante un dispositivo técnico, por ejemplo en el margen de una medición. De tal manera, la medición puede ser de naturaleza técnica.

5 Como una magnitud física también se puede entender una perturbación exterior de la disposición. Una perturbación exterior es, por ejemplo, el impacto de una partícula de alta energía sobre la disposición. Ello puede suceder en satélites o en pequeños componentes semiconductores. El sensor para una medición de este tipo puede ser, por ejemplo, una memoria distribuida. Para ello se almacena en la memoria una configuración que, preferentemente, es obtenida de circuitos enhebrados de conexiones fijas. La configuración es provista, en particular, de un número de control que puede ser controlado después de cierto tiempo. Una discrepancia puede ser evaluada como el impacto de una partícula de alta energía. Esto es un ejemplo de una medición. En este ejemplo, el agrupamiento corresponde al punto donde impactan las partículas, por ejemplo en cual región de la memoria. El número de partículas impactadas por región puede entonces ser comparada con un intervalo de números, para así poder deducir un error.

15 Como sistema de mando debe entenderse todo aquel dispositivo o componente mediante el cual puede ser controlada la disposición. Si, por ejemplo, la disposición es un sistema de aire acondicionado, el sistema de mando es el componente del sistema de aire acondicionado que controla el sistema de aire acondicionado. Como parámetro operativo se puede entender todas aquellas variables mediante las cuales puede ser caracterizada la actividad del sistema de mando. El sistema de mando puede ser, por ejemplo, un equipo de procesamiento de datos tal como una memoria, un procesador o similar

Un equipo de procesamiento de datos puede estar constituido de múltiples placas de circuitos equipadas de una o más CPU (por ejemplo, procesadores PowerPC), memorias, FPGAs, interfaces y sistemas BUS. Estos subsistemas pueden ser agrupados para formar sistemas mayores y representan, por ejemplo, el sistema aviónico total del aparato volante. Por ejemplo, con ello es posible registrar los valores para temperatura y tensión en diferentes niveles del sistema. Por ejemplo, los valores de temperatura y tensión de distintos subsistemas pueden estar destinados a sistemas individuales que incluyen múltiples placas y, por otra parte, ser registrados muy localizados para componentes individuales (CPU, FPGA,...). Cuanto más localizado sea el registro de valores típicos (temperatura, tensión, "Thread"-Run-Time, "Thread"-Memory), tanto más localizada y precisa puede ser la localización de errores en el sistema.

Es preferente que el parámetro incluya una temperatura en y/o de un dispositivo y/o una velocidad, en particular de un propulsor del aparato volante, y/o una tensión en y/o de la disposición.

35 La temperatura puede ser medida en un propulsor o en el aparato volante. Por ejemplo, la velocidad puede ser la velocidad de rotación del propulsor del aparato volante. El término disposición también puede ser entendido como el sistema de alimentación eléctrica del aparato volante, de manera que el mismo puede ser caracterizado mediante la tensión.

40 Es preferente que el parámetro operativo incluya la duración de un proceso del sistema de mando y/o de la memoria usada por el sistema de mando y/o el tránsito de datos que tiene lugar en el sistema de mando.

Bajo la duración del proceso se puede entender el intervalo de tiempo que necesita un proceso que se desarrolla en el sistema de mando. Un ejemplo para un proceso es una hebra. Si cambia la duración del proceso (también denominado tiempo de ejecución), ya que requiere menos tiempo o más tiempo que el esperado, es un indicio de un error. Por lo tanto, mediante el registro de la duración del proceso se puede inferir el funcionamiento correcto del sistema de mando.

50 Si el sistema de mando es puesto a disposición mediante un equipo de procesamiento de datos, la memoria utilizada por el sistema de mando puede ser un indicio de que el sistema de mando trabaja correctamente. Ello, por un lado, puede ser la memoria de trabajo del sistema de mando como también el volumen de los datos almacenados en la memoria por el sistema de mando.

55 El sistema de mando puede estar configurado, por ejemplo, como una red. El movimiento de datos que tienen lugar en el mismo también puede ser usado como parámetro para la caracterización del sistema de mando y, consecuentemente, de la disposición. El movimiento de datos dentro del equipo de procesamiento de datos puede ser usado también como parámetro para la caracterización.

60 Es preferente que el criterio para la distribución en el grupo de al menos un grupo se diferencie del criterio de otro grupo, siendo además preferentemente determinado el criterio para la distribución de al menos un grupo mediante un intervalo de valores que está en relación con un error de la disposición.

65 En particular, cuando se detecta un sinnúmero de valores que es distribuido en una pluralidad de grupos, es preferente que sea representado como una estadística, estando el número de valores representado por medio de los grupos. En particular, ello es una distribución o estadística discreta de probabilidades.

5 Al seleccionar los grupos individuales, es decir el intervalo en el cual se asignan los valores de un parámetro de un grupo, puede ser tenido en cuenta el error de esperar. En el caso de la medición de temperatura descrita anteriormente, un intervalo de temperatura que indica errores particularmente sensibles puede ser usado para definir este hecho como un grupo aparte, de manera que unas variaciones en este grupo serán especialmente tenidas en cuenta en la apreciación de la existencia de un error. Ello puede ser realizado, especialmente, subdividiendo un grupo en dos subgrupos cuando todos los grupos tienen la misma anchura, por ejemplo un intervalo de valores de 5 ° C. Entonces, dichos subgrupos pueden incluir, por ejemplo, 2 ° C y 3 ° C.

10 El intervalo de números predeterminados puede ser, por ejemplo, una estadística que ha sido establecida mediante una disposición sin errores. A continuación, las dos estadísticas pueden ser analizadas mediante métodos y herramientas estadísticas. Como ejemplo, aquí se puede mencionar la divergencia de Kullback-Leibler, la prueba χ^2 . Cuando la medida de esta comparación supera un determinado valor, ello puede indicar la existencia de un error. En este sentido, el rango predeterminado de números también puede ser interpretado como una estadística, con la medida de la desviación determinando un intervalo de tolerancias.

15 Otro aspecto de la invención es la previsión de un dispositivo de detección para la detección de un error en una disposición, en particular una disposición de un aparato volante, incluye los pasos siguientes, pudiendo estar la disposición caracterizada por al menos un parámetro. El dispositivo de detección comprende un dispositivo de medición, un dispositivo de análisis y un dispositivo de alarma. El dispositivo de medición es apropiado para registrar múltiples valores del parámetro de la disposición en múltiples momentos y/o en múltiples puntos de medición. El dispositivo de análisis divide los valores del parámetro en múltiples grupos, determina el número de valores en cada grupo y de los valores registrados forma una estadística, siendo establecido el número de valores por medio de los grupos. El dispositivo de alarma compara mediante métodos estadísticos la estadística formada con una estadística especificada y emite una señal en el caso en que la medida de la comparación estadística supere un valor especificado.

20 Con vistas al dispositivo de detección, son válidas las consideraciones y ventajas realizadas en relación con el método.

25 El dispositivo de detección puede estar previsto para una disposición en un sistema técnico que, preferentemente, trabaja automáticamente y/o se mueve sin tripulación. Por ejemplo, la disposición puede ser usada en un submarino o en instalaciones técnicas difícilmente alcanzables, por ejemplo plataformas mar afuera. En particular, el dispositivo de detección tiene aplicación en aparatos volantes.

30 Mediante el dispositivo técnico de medición, el dispositivo de detección puede determinar los valores de uno o más parámetros de la disposición. El dispositivo de análisis distribuye dichos valores en grupos y determina el número de los valores en un grupo. El dispositivo de alarma emite una señal de error, de manera que se puede conseguir el efecto técnico de detectar y, en particular, procesar de manera automática y autónoma un error en la disposición.

35 Es preferente que el parámetro sea una magnitud física que, preferentemente, sea registrable mediante al menos un sensor del dispositivo de medición, y/o que el parámetro sea un parámetro operativo de un dispositivo de mando de la disposición, siendo el parámetro operativo registrable, preferentemente, mediante un dispositivo de monitoreo.

40 Con vistas a la magnitud física y al parámetro operativo son válidas las observaciones manifestadas anteriormente. El sensor determina la temperatura, preferentemente en múltiples momentos. En particular, la disposición tiene una pluralidad de sensores para poder caracterizar la disposición de manera particularmente correcta. En el sistema de mando, el dispositivo de monitoreo puede estar implementado como una configuración tridimensional física para registrar la magnitud operativa del sistema de mando. Alternativamente, el dispositivo de monitoreo puede estar configurado también como un software para detectar la magnitud operativa del sistema de mando.

45 Es preferente que el sensor sea apropiado para medir una temperatura en y/o de un dispositivo y/o una velocidad, en particular de un propulsor del aparato volante, y/o una tensión en y/o de la disposición.

50 Es preferente que el dispositivo de medición sea apropiado para registrar la duración de un proceso del sistema de mando y/o de la memoria usada por el sistema de mando y/o el tránsito de datos que tiene lugar en el sistema de mando.

55 También en este caso tienen vigencia las consideraciones realizadas más arriba.

60 Es preferente que como criterio para la distribución de un grupo de al menos un grupo se diferencie del criterio de otro grupo, siendo además, preferentemente, determinado el criterio para la distribución de al menos un grupo mediante el intervalo de valores que está en relación con un error de la disposición.

65 El dispositivo de análisis puede estar configurado como un circuito eléctrico que según la magnitud del parámetro

detectado aumenta en 1 el contador de un grupo. Alternativamente, el dispositivo de análisis también puede estar configurado como software.

En particular, el dispositivo de análisis usa los métodos estadísticos nombrados anteriormente.

Además, la invención brinda un aparato volante que comprende una disposición y un dispositivo de detección para la detección de un error en una disposición como la que se ha descrito anteriormente.

El cuerpo volante es, en particular, un sistema técnico no tripulado y/o automático. Alternativamente, el aparato volante puede ser un vehículo aéreo, por ejemplo un avión o helicóptero. A continuación, la invención se caracteriza en detalle mediante ejemplos de realización. En los dibujos esquemáticos muestran:

La figura 1, un aparato volante con una disposición en una primera forma de realización;
 la figura 2, un aparato volante con una disposición en una primera forma de realización;
 la figura 3, un diagrama de bloques que representa esquemáticamente la forma de realización del método;
 la figura 4, esquemas de distribuciones discretas de probabilidad;
 las figuras 5a, 5b, ejemplos de diferentes agrupaciones con datos normalizados, siendo usados en la figura 5a siete sectores de agrupación y en la figura 5b seis sectores de agrupación;
 las figura 6a, 6b, ejemplos de diferentes magnitudes de muestra que no están normalizadas, habiendo sido usadas en la figura 6a cien mediciones y en la figura 6b diez mediciones;
 la figura 7, un ejemplo de una agrupación homogénea con un gran número de muestras que ilustra un perfil típico de una región de elevada actividad (alta temperatura) seguida de reducida actividad (baja temperatura) y el enfriamiento y rearranque;
 la figura 8, un ejemplo de una disposición para detectar diferentes perturbaciones de eventos, en la cual los puntos muestran componentes de memoria/ regiones con una configuración predeterminada y un código de corrección para identificar errores, coincidiendo la definición de las regiones con los grupos de la distribución;
 la figura 9, un ejemplo de una distribución de mediciones de error de eventos individuales, ocurriendo la actividad en las regiones 1, 3 y 4, pero no en la región 5 que es identificada de manera segura como error de evento individual;
 la figura 10, una distribución de tiempo de ejecución de un algoritmo de control sencillo;
 la figura 11, un ejemplo de una distribución plana de tiempo de ejecución que muestra tres modos de tiempos de ejecución típicos para tres sendas de ejecución en la hebra (por ejemplo, instrucciones del caso); y
 la figura 12, una vista gráfica esquemática de un escenario.

El método se usa para monitorear una disposición 14 que está prevista en un sistema técnico complejo. Con la ayuda del método se controla la disposición 14 respecto de errores. Ello se produce automáticamente. El método de monitoreo es implementado mediante un dispositivo de detección 16. En el ejemplo de realización, el sistema técnico complejo es un aparato volante 10.

En la figura 1, el aparato volante 10 está representado como avión 12. El avión 12 tiene la disposición 14 que en el ejemplo mostrado es un sistema de aire acondicionado. El sistema de aire acondicionado controla la temperatura en el avión 12. Además, en el avión 12 está previsto el dispositivo de detección 16 que presenta un dispositivo de medición 17. El dispositivo de medición 17 se pone a disposición mediante múltiples sensores 18 que miden la temperatura en el avión 12 en diferentes puntos y en diferentes momentos. En este caso, el parámetro es la temperatura y la temperatura real medida es el valor del parámetro.

El dispositivo de detección 16 tiene, además, un dispositivo de análisis 20 y un dispositivo de alarma 22. El dispositivo de análisis 20 procesa los valores de temperatura y entrega el resultado al dispositivo de alarma 22. En el caso de un error, el dispositivo de alarma emite una señal de error y/o procesa el error.

En la figura 2, la disposición 14 tiene un sistema de mando 24. El sistema de mando 24 controla un componente 26 del avión 12. En el sistema de mando 24 se encuentra dispuesto un dispositivo de monitoreo 28 que registra parámetros del sistema de mando 24.

El dispositivo de medición 17 se encuentra disponible mediante el dispositivo de monitoreo 28, tal como se muestra en la figura 2. El dispositivo de monitoreo 28 está conectado con el dispositivo de análisis 20 y el dispositivo de alarma 26.

El diagrama de bloques mostrado en la figura 3 representa, esquemáticamente, el desarrollo del método de monitoreo que se realiza con ayuda del dispositivo de detección 16. En el paso A se detectan los valores del parámetro o de los parámetros, se dividen en grupos y se determina el número de valores en los diferentes grupos. Ello resulta en la distribución discreta de probabilidad del parámetro o de los parámetros. A continuación, en el paso B, denominado también paso de autopercepción, se compara el número de valores de al menos un grupo con un

intervalo de números y/o patrones de referencia estadísticos. Los resultados de dicha evaluación son almacenados en un vector de característica. Por medio de un bucle se incorpora, adicionalmente, una componente de tiempo. A continuación, en el paso C, también denominado paso de autoexpresión, se evalúa el vector de característica. En el caso de estar los valores del vector de característica fuera de un intervalo definido, se dispara una señal de error y/o se procesa el error.

A continuación, el método se describe detalladamente mediante los pasos mostrados en la figura 3.

Unas características del sistema de autopercepción y de autoexpresión son usados para proponer alternativas a tolerancias de errores, de manera de superar los conceptos de tolerancias de error convencionales e intensivos en términos de recursos para el procesamiento ulterior de estructuras, así como para estructuras de comunicación y de redes. En detalle se adopta un planteo que permite mediante la provisión de rutas alternativas a través de la red el procesamiento de tolerancias de error interconectadas a nivel de hebra y tolerancias de error relacionadas a la red de comunicaciones; todas las decisiones y efectos son derivados de la autopercepción y de la autoexpresión.

Para realizar la implementación de las características de autopercepción y autoexpresión – la capacidad del sistema o del dispositivo 14 de conocer su propio estado, sus capacidades y conexiones a otras unidades/ nodos, para nombrar sólo unas pocas capacidades específicas y para iniciar, autónomamente, (contra) reacciones – en sistemas técnicos de cálculo, se propone un modelo de tres pasos ilustrado esquemáticamente en la figura 3.

En el paso A se recopilan y procesan previamente diferentes parámetros físicos de sistema o cualquier tipo de estadísticas de sistema. Adicionalmente, se usa una representación común (distribución discreta de probabilidades) con características especiales. Otros detalles de la representación común mediante funciones discretas de probabilidades se indican más adelante.

En el paso B se forma un vector de características sobre la base de datos que han sido recopilados en el paso A y han sido procesados previamente. Adicionalmente, las informaciones del vector de características como tal pueden ser usadas para el procesamiento en el paso B. Esto brinda la oportunidad de elaborar en este paso una memoria por medio de las características del sistema.

Finalmente, en el paso C se calculan (contra)acciones de sistema apropiadas y escenarios de cambios, y eventualmente se ejecutan para corregir el error.

Modelo de tres pasos

Como ya se ha descrito anteriormente, se propone un modelo de tres pasos para poner en práctica la autopercepción y la autoexpresión en sistemas tecnológicos. Una decisión de configuración es la identificación de características apropiadas de sistema y estadísticas de sistema así como el procesamiento y la representación robusta de tales magnitudes (paso A) para constituir la autopercepción (paso B). Se ha decidido representar las características del sistema y las estadísticas del sistema mediante la distribución discreta de probabilidad y usar las medidas de probabilidad y herramientas estadísticas para formar vectores de características que representan la autopercepción del sistema. La configuración de la distribución de probabilidad se producirá en el paso A, mientras que el cálculo y la formación de los vectores de características como actividad para crear una autopercepción se producirán en el paso B. Adicionalmente, en el paso A se usará a priori conocimientos del sistema y del entorno como un tipo de experiencia fundamental y general del sistema para controlar y restringir la creación del autorreconocimiento. Finalmente, la autoexpresión y, consecuentemente, las acciones, señales y estrategias de cambio se calculan en el paso C, para manejar errores surgentes, temporales o permanentes.

Paso A

Primeramente, se identifican las características del sistema que son relevantes para el sistema concreto y el escenario de aplicación y se recopilan los datos respectivos. En principio se pueden diferenciar tres categorías de características de sistema:

1. Magnitudes físicas del sistema que son medidas mediante múltiples sensores, por ejemplo temperatura, tensión, velocidad de los propulsores, características de red, etc.
2. Estadísticas del sistema que han sido recopiladas y calculadas durante la operación, incluso informaciones respecto de las hebras, procesos, el tiempo de procesamiento, el uso de memoria, el tráfico de red, etc.
3. Magnitudes especificadas del sistema y condiciones de trabajo que han sido facilitadas a priori y representan, por consiguiente, un conocimiento a priori.

Presentación de información

Una decisión de configuración crítica es la presentación de todas las informaciones de sistema recopiladas, tal como se ha descrito anteriormente, que pueden provenir de diferentes sensores de diferentes características, estadísticas

de tiempo de ejecución de los distintos sistemas o incluso de conocimientos a priori del sistema mismo o de su entorno.

Consecuentemente, se necesita una presentación matemática que brinde, simultáneamente, las características elementales siguientes:

1. Robustez – una única o un pequeño número de entradas de falsos datos no deben destruir completamente la presentación.

2. Ajustabilidad de la presentación y resolución variante

a) con vistas al tiempo – diferentes periodos para la recopilación de los datos y, por consiguiente, la cantidad de datos que ingresan a la presentación

b) Detalles – mapeo de sectores de valores respecto de valores discretos (agrupación), incluso intervalos de valores no homogéneos; los mismos también se señalan como grupos

c) durante el desarrollo operativo – modificación de las características nombradas anteriormente durante el desarrollo operativo.

3. Sólido matemáticamente

a) presentación matemática sistemática fundada

b) herramienta que está ajustada para el subsiguiente procesamiento y análisis (paso B y paso C)

4. La representación debe ser procesada eficientemente mediante ordenadores digitales

5. Interfaces – interfaces bien definidas entre el paso B y el paso C.

Las distribuciones discretas de probabilidad, como se muestran a modo de ejemplo en la figura 4, son apropiadas y, por consiguiente, han sido seleccionadas para este planteo, para presentar de manera flexible, robusta y sistemática todos los datos recopilados para el paso de autopercepción y el paso de autoexpresión siguiente. Evidentemente, un dato único es un caso especial y no está excluido de esta discusión.

Características de sistema ejemplares

En la primera categoría – magnitudes físicas del sistema, medida mediante diferentes sensores – se mencionan las características siguientes como ejemplo de una magnitud física:

1. Mediciones de temperatura: Esta característica es un fuerte indicador del estado de todo el sistema e indica mediante diferentes escalas en el espacio (subsistema, conjunto constructivo y componente), tiempo (número de muestras) y resolución (división de grupos o sectores para la agrupación), situaciones de sobrecarga o problemas con la refrigeración. Las situaciones térmicas específicas se pueden desarrollar poco a poco en un estado no normal del sistema o ya insinuar mediante una función de error de sistema un estado no normal de sistema.

La figura 5 muestra ejemplos de distribuciones discretas de probabilidades con un diferente número de bins (o grupo), que cubren el sector de los valores posibles. La figura 5 (izquierda) tiene dos bins, uno para los valores de temperatura de 25 ° C a 30 ° C y uno para los valores de temperatura de 30 ° C a 50 ° C. En la figura 5 (derecha), el intervalo de temperaturas de 25 ° C a 50 ° C está combinado en un único bin y, por consiguiente, dicho pico de la distribución es más dominante, mientras que los sectores marginales desaparecen.

Para elaborar la distribución, la figura 6 ilustra ejemplos de diferentes magnitudes de muestras. Una mayor magnitud de muestras cubre, normalmente, un mayor periodo en el que se recopilan los datos, en el caso que la tasa de muestras se presume que es igual a la señal. Consecuentemente, una magnitud de muestra menor representa una instantánea de la situación del momento, mientras que una magnitud de muestra mayor representa un mayor periodo.

La figura 7 (izquierda) muestra un ejemplo típico de una distribución de probabilidades con un registro de muestras voluminoso y, por consiguiente, un largo periodo que, probablemente, indica una actividad en el subsistema reflejada en la temperatura de alrededor de 55 ° C a 60 ° C, y una temperatura no cubierta de entre 25 ° C y 30 ° C. Ello podría ser usado como un perfil típico y cualquier tipo de divergencia de este perfil es una indicación de un defecto potencial.

En resumen, la representación de temperatura permite mediante distribuciones discretas de probabilidad cubrir un espectro más ancho de diferentes características de temperatura de sistema para identificar errores y deducir defectos de sistema surgentes. Es posible controlar perfiles de temperatura de componentes, subsistemas mayores o un sistema completo. Diferentes magnitudes de muestras permiten que los perfiles de temperatura sean monitoreados durante intervalos diferentes y, consecuentemente, es posible indagar sistemáticamente perfiles de temperatura que se modifican rápida o lentamente. Adicionalmente, un perfil de temperatura típico puede ser aprendido durante un largo periodo de tiempo. La posibilidad de agrupación

permite modificar las resoluciones en la distribución y modelar mediante una resolución mayor las regiones de interés particular.

Para detectar mecanismos de tolerancia de errores a nivel de la secuencia operativa se pueden identificar características de corto plazo y de largo plazo con la ayuda de la autopercepción de temperaturas.

5 2. Mediciones individuales de eventos erróneos: Para identificar errores sistemáticos que son inducidos por partículas de alta energía - ello es particularmente relevante para aplicaciones en satélites, pero al mismo tiempo se tornan relevantes cada vez más para sistemas y componentes con dimensiones actuales de componentes de semiconductores - se propone un método indirecto mediante una red no enlazada de memorias distribuidas. Diferentes componentes de memoria (DRAM, que pueden ser sensibles a errores en eventos individuales) o regiones de memoria dentro de una FPGA (acrónimo para Field Programmable Gate Array), se almacenan con un patrón especial de memoria y para detectar errores y son protegidos mediante un sencillo código de corrección de errores. Las memorias son controladas repetidamente para detectar errores en el patrón de memoria. Los patrones de memoria almacenados tienen la característica de poder ser generados sin elementos de memoria mediante circuitos enhebrados de conexiones fijas. El patrón de memoria es almacenado en la memoria y provisto de un número de control. Cuando después de cierto tiempo de ejecución se ha detectado que el número de control ya no es correcto, se deduce que se han presentado uno o más errores en eventos individuales. A continuación, el patrón con el circuito enhebrado de conexiones fijas es generado nuevamente. Para que la unidad para la generación del patrón no se haga propensa a errores de eventos individuales, la unidad solamente se compone de un único circuito enhebrado de conexiones fijas.

De determinados errores se deduce entonces la existencia de un evento. Para hacer que la identificación sea robusta y útil para el paso de autoexpresión (posible cambio del sistema, del desarrollo operativo, etc.), una configuración cautelosa de la distribución discreta de probabilidad y la estrategia de muestras elimina eventos casuales que provocan un error.

Mediante una organización cuidadosa y el emplazamiento de las regiones de componentes de memoria es posible identificar regiones erróneas o regiones seguras para el procesamiento respecto de los errores en eventos individuales. Este tipo de información es útil para el paso de autoexpresión y la nueva disposición de las ejecuciones.

30 Una disposición que ilustra el ejemplo de realización se muestra en la figura 8, en la cual los puntos representan componentes de memoria o regiones con patrones almacenados. Las regiones definidas corresponden al agrupamiento o bins de la distribución, mostradas en la figura 9. Según como se dividen las regiones resulta otra distribución.

35 3. Mediciones de tensiones: Medición y monitoreo de desarrollos característicos de tensiones en el sistema.

4. Velocidad de los propulsores: Está en relación con la temperatura y puede ser usada como comprobación de la medición de temperatura y a la inversa.

40 En la segunda categoría - estadísticas de sistema que son recopiladas durante el desarrollo operativo - se discuten las siguientes características como ejemplo para la magnitud operativa.

45 1. Medición de tiempos de ejecución de hebras: El tiempo de ejecución de una hebra en una plataforma específica puede ser determinada anticipadamente mediante un límite inferior (mejor tiempo de ejecución) y un límite superior (peor tiempo de ejecución) y mediante las probabilidades de los tiempos de ejecución entre estos dos límites. En este contexto, el término hebra sigue la definición estándar de una hebra de software en informática. Los límites inferior y superior pueden ser determinados analíticamente y con seguridad. Los valores entre estos dos casos extremos pueden ser determinados mediante simulaciones o durante el tiempo de ejecución. Una simulación de este tipo se muestra, a modo de ejemplo, en la figura 10, siendo ilustrada una distribución de tiempos de ejecución para un algoritmo de control de un satélite.

50 Como un primer planteo se usa la información de casos extremos y para elaborar una distribución se recopila el tiempo de ejecución a través de todo el periodo. Durante dicho proceso, todo valor extraño que no se encuentra dentro del sector entre el límite inferior y el límite superior es desechado y representa un error de la hebra.

55 Incluso sin usar los valores límite inferior y superior se puede elaborar sistemáticamente una distribución de tiempos de ejecución con referencia a la hebra. Como muestra la figura 11 en la que se ilustran tres distribuciones de modo, este proceso de la medición de tiempo de ejecución de hebra puede producir distribuciones que son típicas para el desarrollo operativo con tres ramas de programa y grandes diferencias del cálculo en cada una de las ramas. De tal manera, los diferentes picos de la distribución se corresponden a un modo del tiempo de ejecución de una hebra.

60 2. Mediciones de uso de apilamientos de hebras: Para el uso de apilamientos de una hebra también es posible establecer analíticamente un límite inferior y un límite superior. Por otra parte, estos dos límites pueden servir para identificar valores extraños durante la recopilación de los datos de uso de apilamientos durante un desarrollo operativo, para elaborar la distribución de probabilidades que caracteriza a una hebra

típica. De manera similar a la figura 11, el uso del apilamiento de una hebra puede presentar este tipo de distribución. Dependiendo de la hebra, la distribución característica puede ser observada mediante uno o más modos.

5 3. Medición de uso de hebras de memoria: Asimismo, para el uso de memoria específico de la hebra se puede elaborar una distribución típica. Anticipadamente, es posible facilitar un análisis detallado de un valor de caso peor del uso de memoria de la hebra. Asimismo, en función de los cálculos y del uso de memoria de la hebra, el tiempo de ejecución y el uso del apilamiento, así como las distribuciones de probabilidades con uno o más modos pueden ser característicos.

10 4. Perfil de memoria: Incluso, para todo el sistema de memoria es posible elaborar una distribución característica de probabilidad que corresponde a un estado de subsistema normal o típico. A veces, con ayuda de un análisis analítico es posible determinar el uso de memoria de caso peor como un límite superior.

15 5. Perfil de actividad de red: Es posible usar varias características apropiadas de la estructura de red. En este caso, el enfoque se hace sobre una Multistage Interconnection Network (MIN) que pueden ser bloqueantes o no y estar implementadas como conexiones directas o basadas en paquetes.

20 En la tercera categoría - sistema a priori y conocimiento del entorno - las distribuciones discretas de probabilidad pueden ser provistas para todas las características nombradas anteriormente en pasos de proceso específicos o en su totalidad, que reflejan un estado típico o normal del sistema en un momento particular. Mediante la representación seleccionada (funciones discretas de probabilidad) puede ser creada una herramienta de caracterización flexible y amplia.

Paso B

25 Las diferentes distribuciones discretas de probabilidad, que han sido creadas en el paso A mediante diferentes señales de sensor o estadísticas del sistema, ya son un estado enfocado amplio y una versión controlable por ordenador de una autopercepción de sistema. Otro procesamiento y concentración de dicha información en el sentido de un vector de características es un paso esencial para generar datos de entrada (vector de características) para el paso C, en el cual se produce la autoexpresión, que finalmente ponen en práctica el proceso de tolerancia de errores. Dicho procesamiento subsiguiente y concentración se realizan en el paso B. En función del algoritmo en el paso C y de los pasos de procesamiento subsiguiente y de concentración en el paso B, el vector de características o los vectores de características pueden tener diferentes longitudes, estructuras e importancias.

Procesamiento subsiguiente de informaciones/ Planteos de concentración.

35 Gracias a la representación de las informaciones de sistema mediante la distribución de probabilidad discreta, que tiene las ventajas descritas anteriormente, es posible usar diferentes herramientas estadísticas, métodos o medidas para procesar las distribuciones y formar los valores para el vector de características (los vectores de características).

40 A continuación se describen los planteos propuestos:

La medida de la divergencia de Kullback-Leibler (entropía relativa)

45 La comparación del conocimiento a priori respecto de determinadas características de sistema (representada mediante una distribución de probabilidad discreta predefinida y dada) que define el estado normal y regular de la característica de sistema con los datos de característica medidos y las distribuciones de probabilidad discretas elaboradas en el paso A, constituye un planteo eficiente para detectar las desviaciones de dicha característica de sistema del estado y comportamiento normales para con ello deducir condiciones y comportamientos anormales que eventualmente terminan en un error.

50 La divergencia de Kullback-Leibler es una medida para sólidamente de manera matemática realizar estas comparaciones de distribución de probabilidad.

Para valores discretos de funciones de probabilidad P y Q, la divergencia de Kullback-Leibler (entropía relativa) está dada por:

$$D(P\|Q) = KL(P, Q) = \sum_{x \in X} P(x) \cdot \log \frac{P(x)}{Q(x)}$$

55

Para completar, para valores continuos representados por una función de densidad se usa la integral:

$$D(P\|Q) = \int_{-\infty}^{\infty} p(x) \cdot \log \frac{p(x)}{q(x)} dx$$

La divergencia de Kullback-Leibler (KL) tiene algunas propiedades de una métrica y como solamente tiene algunas propiedades métricas, en el campo de las funciones de probabilidad se le denomina divergencia KL en lugar de métrica KL. En detalle es no negativa, es decir $KL(P, Q) \geq 0$, con igualdad si $Q = P$, pero no es simétrica y, consecuentemente, no cumple la desigualdad triangular.

Aun cuando la divergencia KL no es una métrica, es suficientemente potente como una medida de comparación para facilitar informaciones en el campo de las funciones de probabilidad y, consecuentemente, como modelo estadístico (a priori o elaborado durante el tiempo de ejecución) con el propósito de la elaboración de características de sistema de autopercepción robustas.

Evidentemente, la divergencia KL es solamente una de múltiples medidas y herramientas estadísticas para aprovechar funciones de probabilidad discretas y facilitar informaciones robustas para elaborar vectores de características que representen dicha autopercepción de sistema.

Prueba X^2
Anderson-Darling/Kolmogorov-Smirnov

Información recíproca (dependencia no lineal = 0, dos variables son estrictamente independientes y no solamente sin correlación. Característica de autoinformación. Indicación de errores.

Paso C

En el paso C se usa un modelo gráfico que muestra las componentes y/o los sistemas parciales y su correspondiente representación y uso del sistema. Los bordes de los gráficos representan probabilidades 0-1 sencillas. Determinadas acciones pueden tener lugar con determinadas probabilidades o durante probabilidades derivadas durante el tiempo de ejecución.

Las reglas correspondientes pueden ser definidas mediante términos matemáticos y enlazadas para el resultado final posterior.

A continuación, una forma de realización se muestra de nuevo como una alternativa.

Idea (1)

- La autopercepción no es una representación de un "valor", subsiste más bien del conocimiento a priori (y aprendizaje).
- La autoexpresión no siempre es determinística (modelos gráficos, probabilidades)
- es por sí misma robusta respecto de errores
→ elaborada a partir de estadísticas y procesos estadísticos.

Idea (2)

1. Recopilación de informaciones
2. Comprobación, comparación de distribuciones de probabilidad (medidas versus conocimientos a priori).
3. Modelos gráficos (hebras, redes, arquitectura, mapeo, componentes, sistemas)

- herramienta para tomar decisiones
- decisión y evento.

Representación - Distribuciones de probabilidad discretas

- robustez
- adaptabilidad de la presentación y resolución variante

- con vistas al tiempo – diferentes periodos para la recopilación de datos y, por consiguiente, la cantidad de datos que ingresan a la presentación
- en detalle – mapeo de los intervalos de valores a valores discretos (agrupación) incluyendo intervalos de valores no homogéneos
- durante el tiempo de ejecución – cambio de las características nombradas anteriormente durante el tiempo de ejecución

- matemáticamente sólido
- representación sistemática sobre base matemática

- herramienta apropiada para un procesamiento posterior y análisis
- procesable eficientemente mediante ordenador
- interfaces bien definidas

5 Autopercepción

- Primera categoría – valores físicos del sistema, medidos mediante diversos sensores

- mediciones de temperatura
- velocidad de propulsor, medición de tensiones

10

- Segunda categoría – estadística sistemática que es recopilada durante el tiempo de ejecución

- medición de tiempos de ejecución de hebras
- mediciones de uso de apilamientos de hebras
- mediciones de uso de hebras de memoria
- perfiles de memoria
- estado de red/ perfil de actividad

15

- Tercera categoría – sistema a priori y conocimiento de entorno

20

- determinación offline
- aprendizaje online

Escenario (1)

25

- Configuración de sistema

- un nodo con tres hebras diferentes

- una hebra “crítica”, doblemente redundante y comparación
- dos hebras “opcionales”

30

- características: dos veces temperatura, tiempo de ejecución de hebras, conocimiento a priori
- medida de distribución de probabilidad versus conocimiento a priori
- exploración versus conocimiento a priori

35

- Autopercepción

- Vectores de característica

40

- temperatura, dos valores de medida de distribución de probabilidad
- tiempo de ejecución, cuatro valores de medida de distribución de probabilidad
- resultado de comparación, contramedidas respecto de errores

Escenario (2)

45

- Operación normal

- valores de distribución de probabilidad de temperatura, exploración de tiempo de ejecución, comparación OK

→ ningún evento de autoiniciación y TLFD (tolerancia de error a nivel de hebra)

50

- Operación de temperatura

- exploraciones de tiempo de ejecución, comparación OK, valores de distribución de probabilidad de temperatura sospechosos hebra (DV)

55

→ autoiniciación y TLFT → suspensión de hebras opcionales para asegurar la hebra crítica

- Comparación de la operación errónea

- exploraciones de tiempo de ejecución, comparación fracasada, valores de distribución de probabilidad de temperatura OK

60

→ autoiniciación y TLFT

→ 1) provisión del valor viejo, 2) preparación de una tercera versión de la hebra

→ 1) provisión del segundo valor, 2) inicio de la tercera hebra, 3) suspensión de las hebras opcionales

65

Escenario (3)

- Las hebras caen o se cuelgan/ muestran un comportamiento no deseado

- 5
- valores de distribución de probabilidad de temperatura, exploraciones de tiempo de realización fracasadas, comparación fracasada
- evento de autoiniciación y TLFT → borra hebra y reinicia

10 El escenario (4) se muestra esquemáticamente en la figura 12. La operación de temperatura es comprobada mediante tres hebras críticas C1, C2 y C3 y dos hebras opcionales O1 y O2. Las distribuciones de las diferentes hebras son comparadas con las distribuciones a priori. Las desviaciones de las diferentes hebras se muestran a la derecha. Sobre la base de la desviación detectada es posible tomar automáticamente una decisión de suprimir las hebras opcionales para asegurar las hebras críticas.

- 15
- Operación de temperatura
- exploración de tiempo de ejecución, comparación OK, valores de distribución de probabilidad de temperatura sospechosos
- 20 → autoexpresión y TLFT → suspende las hebras opcionales para asegurar la hebra crítica

Autopercepción

- Valores físicos del sistema que son medidos mediante diversos sensores, incluyendo, por ejemplo, temperatura, tensión, velocidad de operación, características referidas a la red, etc.
- 25
- Estadísticas del sistema que son recopiladas y calculadas durante el tiempo de ejecución, incluidas informaciones respecto de la hebra, tiempo de ejecución, uso de memoria, tráfico de red, etc.
 - Magnitudes especificadas del sistema y del entono operativo; conocimiento a priori.

Lista de referencias

- 30
- 10 aparato volante
 - 12 avión
 - 14 disposición
 - 16 dispositivo de detección
- 35
- 17 dispositivo de medición
 - 18 sensor
 - 20 dispositivo de análisis
 - 22 dispositivo de alarma
 - 24 dispositivo de mando
- 40
- 26 componente
 - 28 dispositivo de monitoreo
 - A paso
 - B paso
 - C paso
- 45

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método según la invención para la detección de un error en una disposición (14), en particular una disposición (14) de un aparato volante (10), estado la disposición (14) **caracterizada por** al menos un parámetro e incluyendo el método los pasos siguientes:
- a) Registro de múltiples valores del parámetro en múltiples momentos y/o en múltiples puntos de medición,
 - b) clasificación de los valores del parámetro en varios grupos, **caracterizado por** los pasos:
 - 10 c) Determinación del número de valores en cada grupo,
 - d) elaboración de una estadística con el número de valores de los grupos, siendo el número de valores representado por medio de los grupos,
 - e) comparación de la estadística formada con una estadística especificada mediante métodos estadísticos y
 - f) disparo de una señal de error en el caso de que la medida de la comparación estadística supere un valor especificado.
- 15 2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el parámetro es una magnitud física que, preferentemente, es registrada mediante una medición, y/o que el parámetro es una magnitud operativa de un dispositivo de mando de la disposición, siendo la magnitud operativa registrable, preferentemente, mediante la medición del dispositivo de monitoreo.
- 20 3. Método según la reivindicación 2, **caracterizado por que** el parámetro incluye una temperatura en y/o de un dispositivo (14) y/o una velocidad, en particular de un propulsor del aparato volante (10), y/o una tensión en y/o de la disposición (14).
- 25 4. Método según la reivindicación 2, **caracterizado por que** la magnitud operativa incluye la duración de un proceso del sistema de mando (24) y/o de la memoria usada por el sistema de mando (24) y/o el tránsito de datos que tiene lugar en el sistema de mando (24).
- 30 5. Método según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** el criterio para la distribución de un grupo de al menos un grupo se diferencia del criterio de otro grupo, siendo además, preferentemente, determinado el criterio para la distribución de al menos un grupo mediante el intervalo de valores que está en relación con un error de la disposición (14).
- 35 6. Dispositivo de detección para la detección de un error en una disposición (14), en particular una disposición (14) de un aparato volante (10), estando la disposición (14) **caracterizada por** al menos un parámetro e incluyendo el dispositivo de detección (16), un dispositivo de medición (17) apropiado para registrar múltiples valores del parámetro de la disposición (14) en múltiples momentos y/o en múltiples puntos de medición, un dispositivo de análisis (20) que divide los valores del parámetro en varios grupos,
- 40 **caracterizado por que** el dispositivo de análisis (20) determina el número de valores en cada grupo y forma una estadística de los valores registrados, siendo establecido el número de valores por medio de los grupos, un dispositivo de alarma (22) que compara mediante métodos estadísticos la estadística formada con una estadística especificada y emite una señal en el caso en que la medida de la comparación estadística supere un valor especificado.
- 45 7. Método según la reivindicación 6, **caracterizado por que** el parámetro es una magnitud física que, preferentemente, es registrada mediante un sensor (18) del dispositivo de medición (17), y/o que el parámetro es una magnitud operativa de un dispositivo de mando (24) de la disposición (14), siendo la magnitud operativa registrada, preferentemente, mediante un dispositivo de monitoreo (28).
- 50 8. Dispositivo de detección según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el sensor (18) es apropiado para medir una temperatura en y/o de un dispositivo (14) y/o una velocidad, en particular de un propulsor del aparato volante (10), y/o una tensión en y/o de la disposición (14).
- 55 9. Dispositivo de detección según la reivindicación 7, **caracterizado por que** el dispositivo de medición (17) es apropiado para registrar la duración de un proceso del sistema de mando (24) y/o de la memoria usada por el sistema de mando (24) y/o para registrar el tránsito de datos que tiene lugar en el sistema de mando (24).
- 60 10. Método según una de las reivindicaciones 6 a 9, **caracterizado por que** el criterio para la distribución de un grupo de al menos un grupo se diferencia del criterio de otro grupo, siendo además, preferentemente, determinado el criterio para la distribución de al menos un grupo mediante el intervalo de valores que está en relación con un error de la disposición (14).
- 65 11. Aparato volante, incluyendo una disposición (14) y

un dispositivo de detección (16) para la detección de un error en una disposición (14) según una de las reivindicaciones 6 a 10.

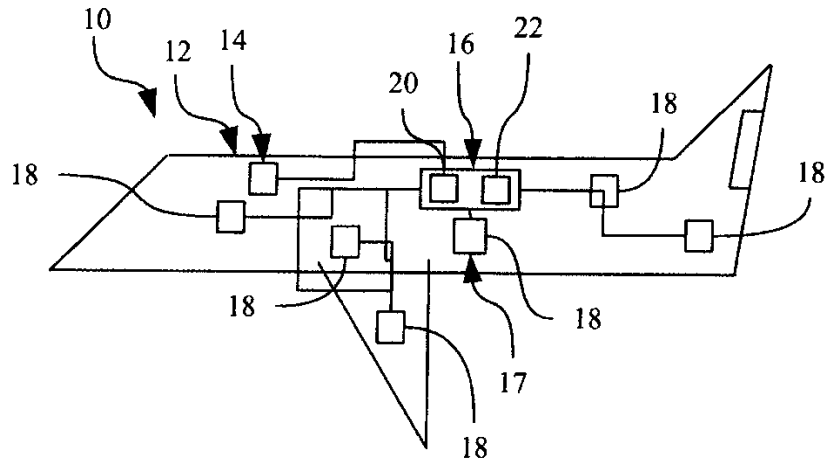


Fig. 1

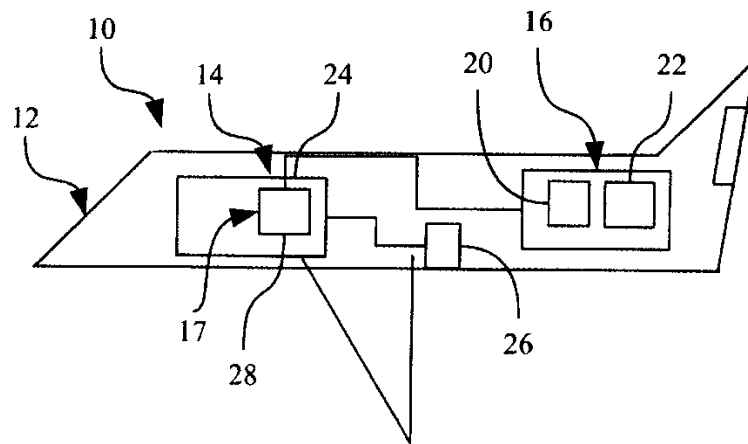


Fig. 2

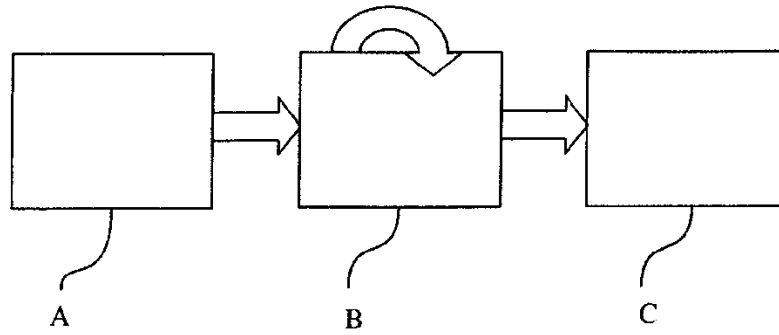


Fig. 3

FIG 4

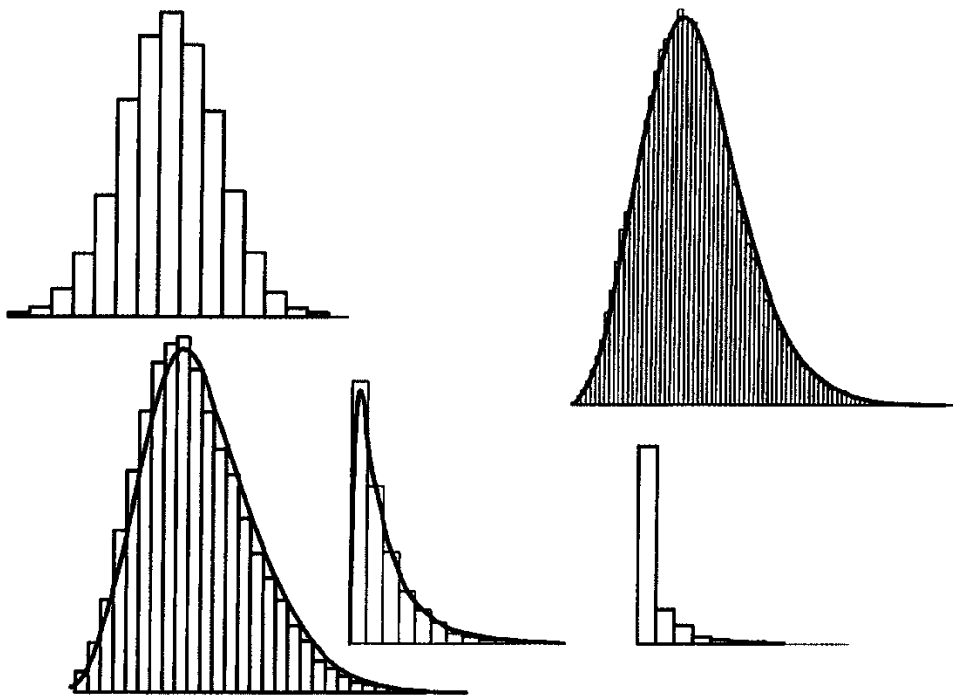


FIG 5a

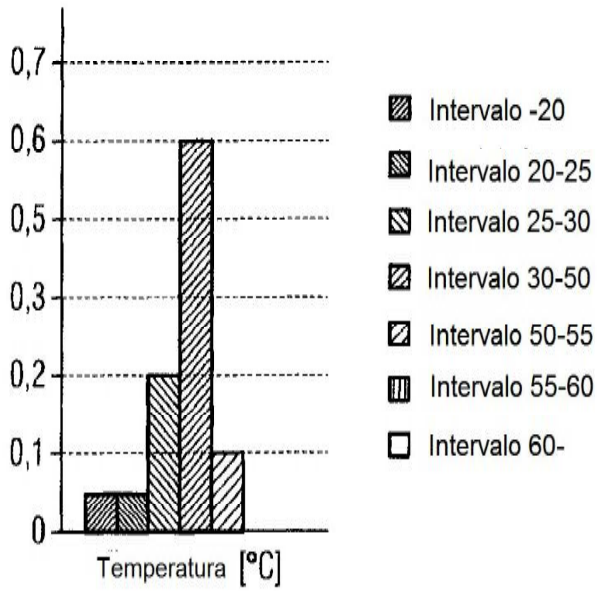


FIG 5b

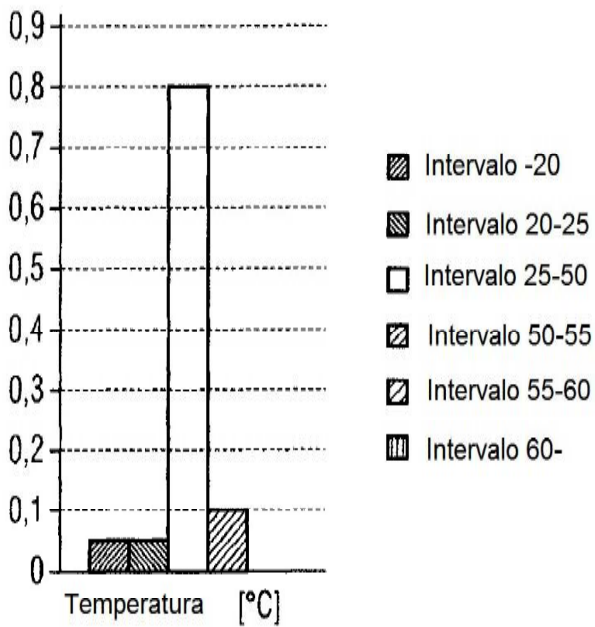


FIG 6a

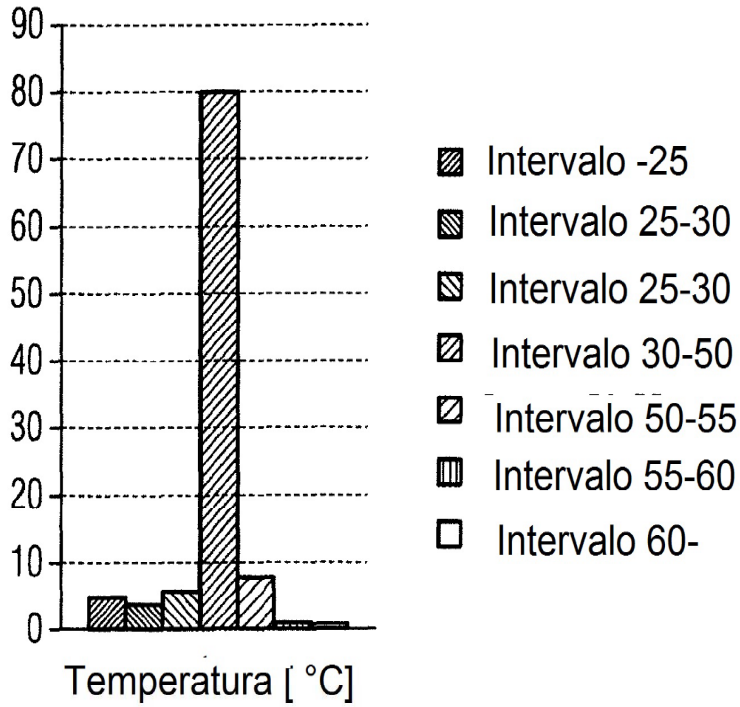


FIG 6b

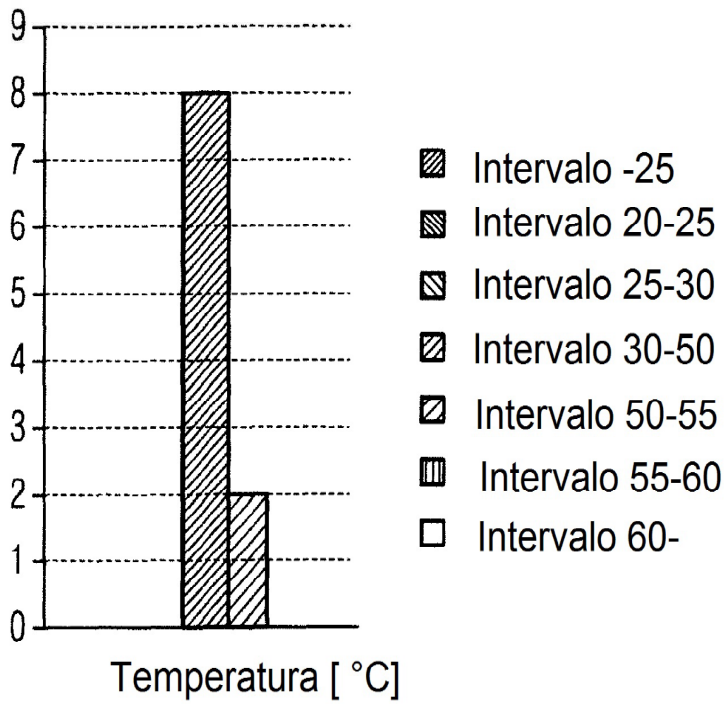


FIG 7

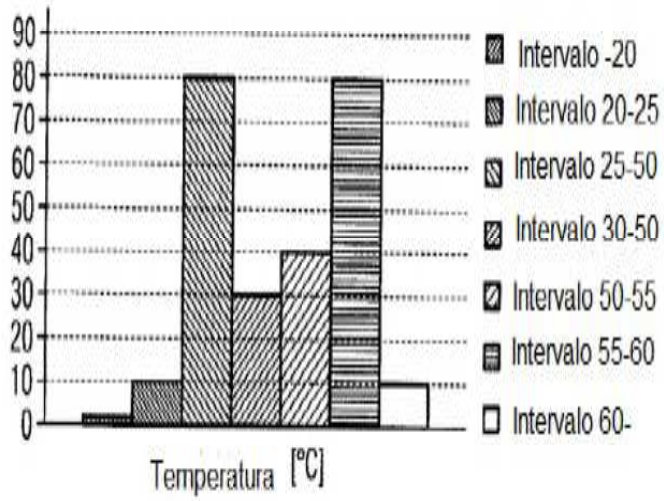


FIG 8

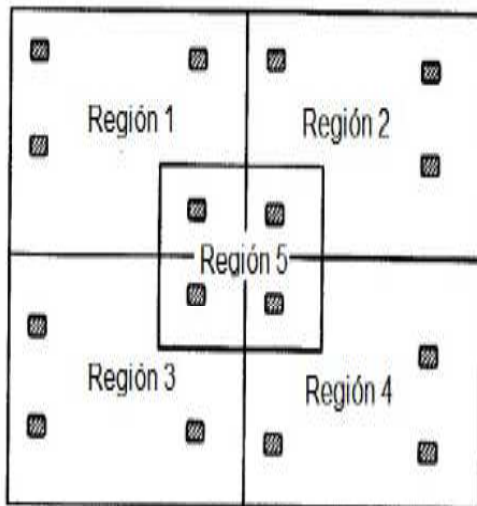


FIG 9

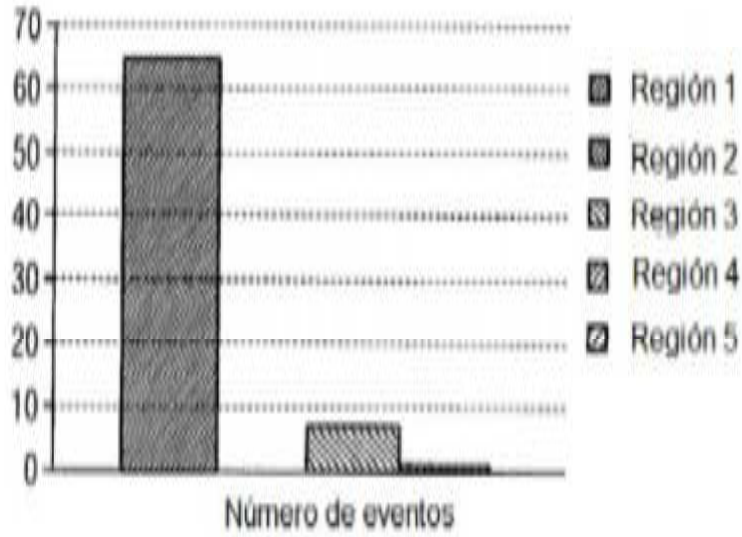


FIG 10

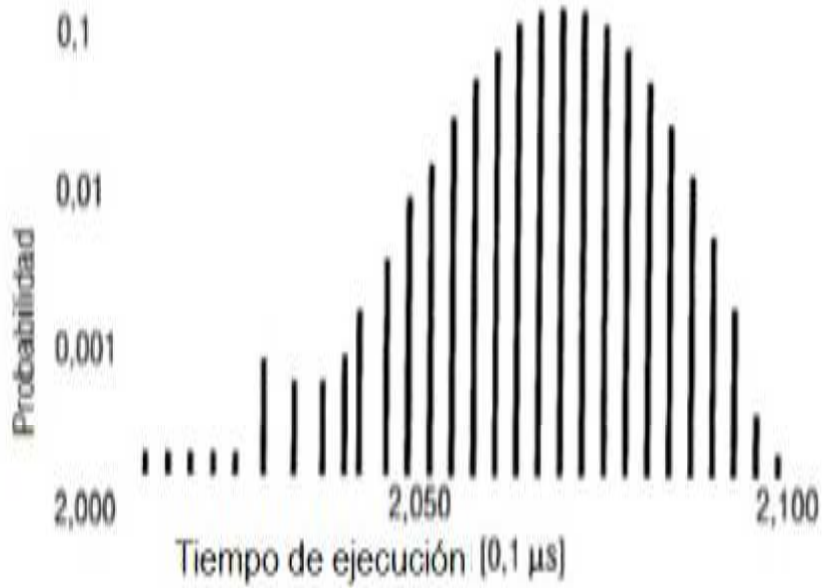


FIG 11

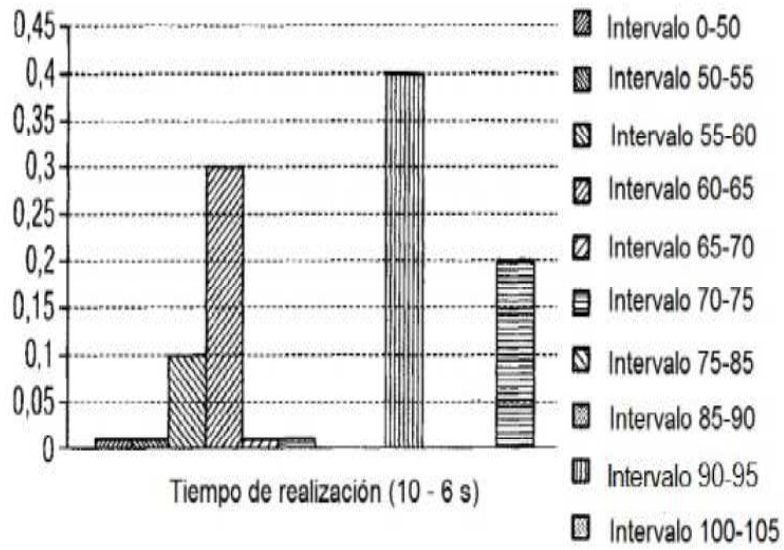
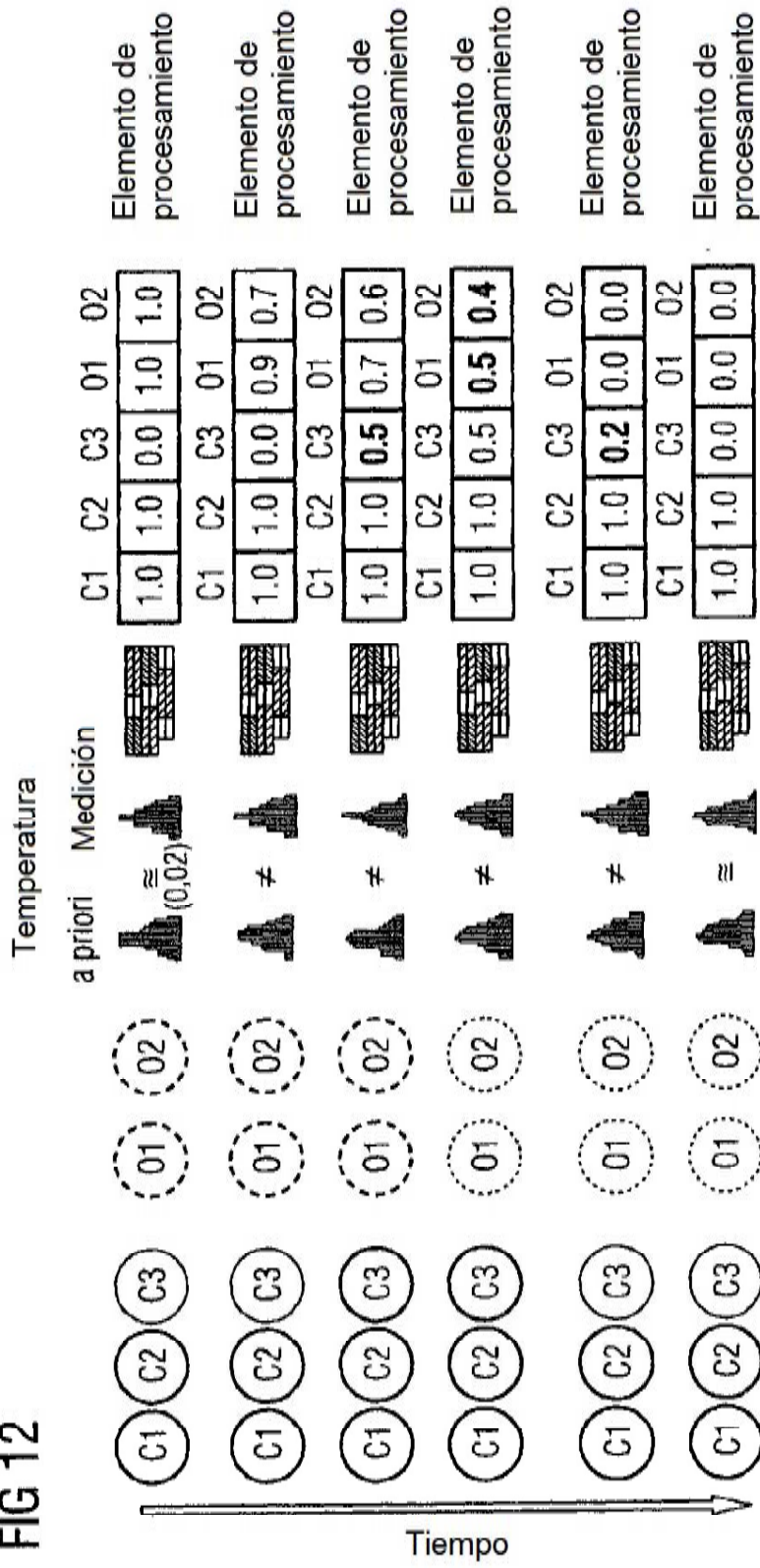


FIG 12



x y Toma de decisiones

C1 C2, C3 hebra crítica, redundante

O1, O2 hebra opcional