

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 755**

51 Int. Cl.:

G06F 11/00 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.11.2008 PCT/GB2008/051116**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2009 WO09077776**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.11.2008 E 08863035 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018 EP 2225636**

54 Título: **Apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes**

30 Prioridad:

18.12.2007 GB 0724593

26.03.2008 GB 0805464

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

12.07.2018

73 Titular/es:

BAE SYSTEMS PLC (100.0%)

**6 Carlton Gardens
London SW1Y 5AD, GB**

72 Inventor/es:

**BELL, JOHN, BRIAN y
BOVEY, RICHARD, LEE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 675 755 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

Apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes

La presente invención se refiere al apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes.

5 El análisis de modos de fallo y efectos es una técnica que se usa para crear un modelo de fallos-síntomas que puede usarse para identificar los fallos más probables en un sistema usando datos acerca de los síntomas conocidos y de sus relaciones con fallos conocidos. Aplicaciones de diagnóstico de sistema experto (por ejemplo, las basadas en redes bayesianas probabilísticas) pueden usar entonces el modelo para identificar la causa probable, dada la información acerca de los síntomas. La construcción de un modelo que define relaciones entre fallos y
 10 síntomas asociados ha requerido convencionalmente conocimiento experto tanto del sistema como de la técnica de análisis y es un ejercicio manual repetitivo. En algunos casos, puede usarse una representación de datos tal como una hoja de cálculo para crear el modelo y esto requiere que el usuario realice muchas operaciones de copiar/pegar y resulta en una gran cantidad de datos repetidos. Además, la gran cantidad de datos de modelo que son creados por estos métodos convencionales son susceptibles de fallar en cuanto a ser actualizados adecuadamente en su
 15 totalidad cuando el modelo es actualizado.

Un ejemplo de razonamiento basado en modelo, usado en análisis de modos de fallo y efectos, se divulga en "AUTAS: a tool for supporting FMECA generation in aeronautic systems" de C. PICARDI ET AL, publicado en Internet en "PROCEEDINGS OF THE 16TH EUROPEAN CONFERENCE ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE", 22 a 27 de agosto, páginas 1-5.

20 Las realizaciones de la presente invención están destinadas a abordar algunos de los problemas anteriormente discutidos.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método implementado por ordenador para el apoyo a análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes y uno o varios grupos de componentes, usando un modelo del sistema que tiene datos de componente y datos de tipo de
 25 componente asociados para la pluralidad de componentes y uno o varios grupos, en que el método incluye:

obtener datos electrónicos asociados a un componente del sistema;

en que el método está caracterizado por:

comprobar la existencia de sucesos relacionados con el modelo, y detectar un suceso, en que el suceso comprende la adición de un componente al modelo,

30 analizar un modelo del sistema para determinar si el componente está ya asociado a unos datos de tipo de componente que incluyen datos relacionados con al menos una característica de fallo común a todos los componentes de ese tipo, y si el componente no está asociado todavía a unos datos de tipo de componente tales, entonces son creados datos de tipo de componente para el componente y son asociados al componente, y

35 almacenar y/o transferir los datos de componente y los datos de tipo de componente para uso en un análisis de modos de fallo y efectos del sistema.

El paso de analizar un modelo del sistema puede incluir detectar una forma de una representación gráfica del componente en el modelo, y determinar un patrón o plantilla en el que se basa la forma para determinar los datos de tipo de componente a asociar al componente.

40 Los datos de característica de fallo pueden ser seleccionados de un conjunto: tipo/nombre/modo del fallo; efecto(s) del fallo sobre el sistema y/u otros componentes; síntoma(s) del fallo; un valor que representa una probabilidad de que ocurra(n) el (los) síntoma(s) de fallo conducente(s) al fallo; una probabilidad a priori de que ocurra el fallo; una probabilidad condicional de un síntoma dado un fallo y sólo un fallo tal; una probabilidad de un síntoma dada la ausencia de cualquier fallo modelado.

45 Los datos de tipo de componente pueden ser almacenados independientemente de los datos de componente. Los datos de componente pueden incluir, o estar asociados a, datos relacionados con características de fallo de ese componente/grupo específico, típicamente datos que describen efecto(s) del fallo del componente/grupo sobre otros componentes y/u otros grupos y/o el sistema.

50 Cada componente tal en el modelo puede ser asignado a un identificador único y cada tipo de componente tal puede ser asignado a un identificador único. El paso de almacenar y/o transferir los datos de componente y de tipo de componente puede incluir almacenar/transferir los datos de componente con una referencia entre el identificador

único del componente y el identificador único del tipo de componente asociado al componente.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un producto de programa de ordenador que comprende un medio legible por ordenador, que lleva en él medios de código de programa de ordenador, para hacer que cuando el código de programa es cargado el ordenador ejecute un método de apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes, y uno o varios grupos de componentes, sustancialmente como se describe aquí.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un equipo adaptado para el apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes, y uno o varios grupos de componentes, usando un modelo del sistema que tiene datos de componente y datos de tipo de componente asociados para la pluralidad de componentes y uno o varios grupos, en que el equipo incluye:

un dispositivo adaptado para obtener datos electrónicos asociados a un componente de un sistema;

en que el equipo está caracterizado por:

un dispositivo adaptado para comprobar la existencia de sucesos relacionados con el modelo, en que un suceso comprende la adición de un componente al modelo,

en que el dispositivo está adaptado además para analizar el modelo del sistema para determinar, al detectarse un suceso, si el componente en un grupo de componentes está ya asociado a unos datos de tipo de componente que incluyen datos relacionados con al menos una característica de fallo común a todos los componentes de ese tipo, y si el componente no está asociado todavía a unos datos de tipo de componente tales, entonces son creados datos de tipo de componente y son asociados al componente, y

un dispositivo para almacenar y/o transferir los datos de componente y los datos de tipo de componente para uso en un análisis de modos de fallo y efectos del sistema.

La invención puede ser realizada de diversos modos, y sólo a modo de ejemplo, serán descritas ahora realizaciones de ella, haciéndose referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es un dibujo esquemático que muestra relaciones entre componentes en un sistema a modo de ejemplo;

la figura 2 es un dibujo esquemático que muestra un dispositivo computacional configurado para generar un modelo de fallos/síntomas y realizar un análisis de modos de fallo y efectos basado en el modelo;

la figura 3 es una ilustración esquemática de datos de componente y datos de tipo de componente usados por una realización;

la figura 4 es una visualización por pantalla a modo de ejemplo generada por una aplicación usada para crear un modelo de fallos/síntomas, y

la figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra pasos llevados a cabo por la realización cuando un componente nuevo es añadido a un modelo.

Se dará ahora una vista general de las etapas típicamente implicadas en la creación de un modelo de fallos/síntomas. Primero, se crea una descripción del sistema de interés. Como las otras etapas, la etapa de creación de descripción puede ser automatizada al menos parcialmente usando software de ordenador, por ejemplo usando una herramienta tal como Microsoft Visio™ para dibujar un modelo de los componentes del sistema y las relaciones entre ellos. La segunda etapa puede implicar identificar estados y modos de fallo de los componentes del sistema. Por ejemplo, en un equipo de bandeja de bombas los componentes pueden comprender un tanque y un estado de fallo que puede estar asociado a esa válvula es "fuga". La identificación de los modos de fallo puede basarse en el conocimiento de al menos un experto. A continuación es creada una tabla (o cualquier otra estructura de datos adecuada) que almacena información que describe el (los) síntoma(s) asociado(s) a cada modo de fallo. Nuevamente, esto estará típicamente basado en conocimiento experto, que puede ser obtenido de la experiencia de construir realmente el sistema que está siendo modelado. La cuarta etapa implica generar una matriz de modos de fallo/síntomas que contiene valores que representan la probabilidad de que un modo de fallo particular cause el síntoma. La siguiente etapa es validar la tabla y los resultados de la validación pueden usarse para modificar la tabla. Esto puede implicar comparar la tabla frente a un banco de pruebas o datos en servicio que proporcionan una lista de fallos y sus síntomas asociados. Pueden crearse pruebas de unidad (por ejemplo usando una herramienta tal como Matlab™ de la compañía The MathWorks de Natick, MA, EE.UU) y utilizarse para comprobar que la herramienta de diagnóstico identifica el fallo correcto cuando los síntomas son añadidos a la herramienta. Cuando está siendo procesado un modelo grande, un número establecido de fallos pueden ser seleccionados entonces para

validar la tabla, pero todos los fallos pueden ser comprobados con un modelo más pequeño.

Como se ha mencionado anteriormente, una etapa temprana en el proceso de creación del modelo implica crear una descripción del sistema. La figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema que ha sido descompuesto en una jerarquía 200. El ejemplo es un sistema de bandeja de bombas que comprende dos subsistemas idénticos de bandeja de bombas. Tres tipos diferentes de componentes pueden ser usados para generalizar todos los componentes individuales de este sistema a modo de ejemplo: un tipo de bomba 202A, un tipo de sensor 202B y un tipo de válvula 202C. En el subsistema de bandeja de bombas a modo de ejemplo, hay dos ejemplares de los dispositivos de tipo de bomba, 204A, 204B; un ejemplar de un sensor 204C, y un ejemplar de una válvula 204D. El propio subsistema que comprende estos componentes puede ser identificado como un tipo de subsistema general 206. Ejemplares de los dos tipos de subsistema 208A, 208B se muestran en la parte inferior del diagrama. De este modo, se apreciará que en cualquier sistema que tiene que ser modelado los componentes/subsistemas del modelo pueden ser divididos en datos de tipo y datos de ejemplar.

Para la creación de un modelo de fallos/síntomas, los datos de tipo pueden incluir (por ejemplo la estructura de datos de tipo puede incluir campo(s) apropiado(s)) o estar asociados a (por ejemplo una estructura de datos separada puede ser usada para contener realmente la información) información que describe característica(s) de fallo que es/son común/comunes a todos los componentes/subsistemas del mismo tipo. Además, los datos de ejemplar pueden incluir/estar asociados a datos que describen efectos de fallo locales, que pueden diferir para diferentes ejemplares debido a que pueden depender de los elementos contiguos particulares.

En el ejemplo aquí descrito, se usa una aplicación de software que tiene una interfaz gráfica de usuario para ayudar a construir un modelo de fallos/síntomas que pueda ser usado entonces por una herramienta de diagnóstico para identificar la causa probable de un conjunto dado de síntomas en el sistema. La figura 2 es una ilustración esquemática de un dispositivo computacional 300 que ha sido configurado para realizar estas tareas. El ordenador 300 incluye un procesador 302 y una memoria interna 304. Se entenderá que el ordenador puede incluir otras características convencionales, tales como una pantalla, dispositivos de entrada para usuarios (por ejemplo un ratón/teclado), una memoria externa y conexiones de red. La memoria 304 almacena código que incluye una aplicación de construcción de modelo 306 que es usada para crear datos que representan un modelo de fallos/síntomas 308 y una herramienta de diagnóstico 310 que puede usar los datos del modelo.

En el ejemplo aquí descrito, la aplicación de construcción de modelo 306 comprende Microsoft Visio™ 2003 o 2077 Profesional; sin embargo, se entenderá que pueden ser usados/adaptados otros paquetes de dibujo adecuados, tales como SmartDraw™ de smartdraw.com o Kivio™ de koffice.org. Microsoft Visio™ es un paquete de dibujo vectorial usado a menudo para crear diagramas de flujo, diagramas y bocetos. Al igual que la mayoría de los paquetes gráficos vectoriales, pueden crearse formas a partir de objetos primitivos, pero Visio™ incluye diversas formas predefinidas denominadas "patrones" en conjuntos denominados "plantillas". Pueden cargarse múltiples plantillas junto con un dibujo/documento, permitiendo al usuario arrastrar y soltar desde un patrón sobre el dibujo, lo que añade un ejemplar de patrón denominado una "forma". Visio™ crea un enlace entre patrón y formas; si se realiza cualquier cambio en el patrón, la forma es actualizada. Esquemas en papel pueden ser incluidos por escaneo y la imagen puede ser pegada como fondo en un documento Visio™. El usuario puede entonces dibujar formas encima como si estuviera calcando y esto puede ayudar a la transferencia de datos desde papel a formato electrónico. De este modo, Visio™ es una herramienta adecuada para crear dibujos esquemáticos que representan componentes/subsistemas que forman un sistema que tiene que ser modelado.

Los datos de forma pueden ser asociados a cualquier forma, incluyendo las formas que constituyen patrones usando la característica "Editar Forma de Patrón" que permite al usuario introducir datos en campos predefinidos. Es también posible cambiar los campos usando un botón de "Definir", que permite que conjuntos de campos de datos sean creados y soltados sobre una forma, permitiendo que múltiples formas tengan los mismos campos de datos de forma. Esta capacidad de "datos de forma" fue contemplada para asociar datos de características de fallo a los componentes/subsistema que están siendo modelados. Sin embargo, mientras los presentes inventores estaban experimentando con la creación de subsistemas usando Visio™, se descubrió una limitación de esa aplicación. Cuando un subsistema es agrupado y creado dentro de un patrón (es decir, el grupo es arrastrado desde el documento a la plantilla), se pierden los enlaces desde las formas dentro del subsistema a sus patrones originales. Esto evita que el usuario siga todos los ejemplares de un patrón dentro del documento.

Normalmente (es decir, sin agrupación), si la válvula patrón es cambiada, cada ejemplar de válvula en el documento es también actualizada. Por ejemplo, un usuario puede cambiar todas las válvulas, en un sistema a modo de ejemplo que hay que mostrar en rojo, modificando esa característica usando el cuadro de diálogo de "datos de forma". Sin embargo, se ha encontrado que cuando, por ejemplo, el color del patrón de válvula es cambiado a rojo, no actualiza las formas de válvula dentro de los subsistemas; es decir, las formas de válvula dentro de los subsistemas ya no enlazan con la válvula patrón en la plantilla. Esto demuestra que sería problemático intentar simplemente usar datos de forma de Visio™ para crear/almacenar información de características de fallo a asociar a tipos de componente/subsistema.

En vista del problema relacionado con una herramienta diseñada para el propósito técnico de simular/encontrar fallos en un sistema de hardware que identificaron, los presentes inventores decidieron extender la funcionalidad de Visio™ para permitir que datos de características de fallo sean asociados de forma precisa a componentes/subgrupos de sistema. Los inventores encontraron que la forma más conveniente de conseguir esto era por medio de un “complemento” (“*add-on*”) de Visio™, pero se apreciará por parte de aquellas personas experimentadas en la técnica que existen alternativas, por ejemplo usando Visual Basic™ para Aplicaciones (VBA). Los complementos de Visio™ permiten a los usuarios extender la funcionalidad de la aplicación desarrollando herramientas de software que tienen permiso extensivo de acceso a la aplicación Visio™. Un complemento puede ser escrito en cualquier lenguaje (por ejemplo, C++, C#, VB o VB.NET) que soporte el Modelo de Objetos Componentes (COM, del inglés “Component Object Model”). Para una realización, se escribió código C++ que estaba parcialmente basado en código incluido en el ejemplo de “diagrama de flujo” incluido en el kit de desarrollo de software de Visio™ 2003. El código incluye funcionalidad para “captar” sucesos persistentes en la ejecución de Visio™. Cuando se ejecuta el complemento, éste comprueba si el documento activo está siendo monitorizado actualmente; si no, crea entonces un sumidero de sucesos y lo añade a una envoltura de documentos (*document wrapper*), el sumidero de sucesos comprueba la existencia de sucesos. Esto es útil para detectar cuándo está siendo añadida una nueva forma al dibujo, lo que, como se describirá posteriormente, puede resultar en la creación/referencia cruzada de datos de tipo de componente.

Los términos “patrones” y “formas” de Visio™ pueden igualarse aproximadamente a tipos y ejemplares, respectivamente. Aquí, los términos “tipo de componente” y “componente” denotan un tipo de componente y un ejemplar de un componente, respectivamente (por ejemplo, un tipo de bomba y un ejemplar específico de una bomba, tal como la bomba número 4) tal como son tratados por el complemento. En el complemento a modo de ejemplo, los datos que describen un componente incluyen el nombre del componente, una descripción del componente y una indicación del tipo del componente. Sin embargo, se entenderá que podrían usarse datos diferentes/adicionales para un componente. Los datos de tipo de componente incluyen el nombre y la descripción del tipo.

La figura 3 ilustra gráficamente la relación entre datos de componente y datos de tipo de componente. En la figura a modo de ejemplo, hay dos (ejemplares de) componentes, la Bomba 1 (402A) y la Bomba 2 (402B). Cada una de éstos está asociado a datos de componente 404A, 404B, respectivamente. Cada componente 402A, 402B está también asociado a datos de tipo de componente 406 únicos (debido a que ambos componentes son del mismo tipo, es decir bombas). En el ejemplo, los datos de tipo de componente 406 incluyen datos que describen modos de fallo y efectos que son comunes a todos los componentes de ese tipo y que son compartidos por cada ejemplar de ese componente. Los datos de componente 404A y 404B incluyen una lista de efectos locales para bombas 402A y 402B, respectivamente, por ejemplo efectos específicos para componentes directamente contiguos de cada bomba. Se entenderá que los datos pueden ser almacenados y manipulados usando cualquier estructura adecuada de datos, por ejemplo una tabla simple, un árbol, etc.

Se describirá ahora un ejemplo de la creación de un modelo usando Visio™ y una realización del complemento. Se entenderá que algunas de las operaciones descritas a continuación pueden ser realizadas en un orden diferente o que algunas pueden ser omitidas, dependiendo del modelo particular que está siendo creado. Primero, puede ser creado un documento nuevo para el modelo y pueden ser abiertas plantillas (por ejemplo basadas en las encontradas en la Pauta de Diagramas de Flujo de Proceso (*Process Flow Diagram Template*) suministrada con Visio™ Profesional 2007) que contienen las formas necesarias a abrir. Una imagen de un esquema del sistema a abrir puede ser pegada en el dibujo. Para permitir que sean vistos claramente nuevos componentes, puede ser alterada la transparencia de la imagen pegada. La figura 4 es un ejemplo de una visualización por pantalla de Visio™ que muestra una imagen pegada de este tipo (mostrada en líneas claras) con algunos componentes dibujados usando Visio™ (mostrados en líneas más oscuras, por ejemplo la forma de bomba 502) superpuestos sobre ella.

Una vez dibujado el esquema encima del dibujo transparente pueden ser añadidos datos de modos de fallo y efectos a los componentes. Se apreciará que esto podría hacerse en cualquier momento durante o después del dibujo de los componentes del sistema, por ejemplo seleccionando una opción de menú, pero en el ejemplo el complemento detecta un suceso de “añadir forma” y puede solicitar una entrada de datos de fallo para un nuevo componente. Si el componente es de un tipo nuevo, se solicita entonces una entrada de datos de fallo para ese tipo de componente.

Con referencia al ejemplo de la figura 4, se muestra un cuadro de entrada de datos 504 para introducir datos relacionados con el tipo del componente de bomba 502. El cuadro permite que sea introducido un nombre 506 del tipo de componente, al igual que una descripción 508 del tipo de componente. Esta presente también una lista de modos de fallo 510 comunes a todos los componentes de los tipos, así como una lista de efectos de fallo 512 comunes a todos los componentes de los tipos. Pueden añadirse, editarse o borrarse entradas en estas listas usando los botones apropiados. Modos de fallo a modo de ejemplo han sido introducidos en la figura. Se apreciará que serán añadidos datos adicionales para completar el modelo de fallos/síntomas. Esto puede hacerse exportando los datos parciales introducidos a través del complemento, por ejemplo como un fichero de variables separadas por comas, y añadir a esto datos usando otra aplicación, por ejemplo una hoja de cálculo. Alternativamente, el cuadro de

5 entrada de datos en el complemento puede ser expandido para permitir que sean introducidos datos de fallos/efectos adicionales. Por ejemplo, puede proporcionarse un cuadro de entrada de datos de componente (ejemplar en vez de tipo) para introducir datos de fallo específicos del componente. Además, se apreciará que grupos de componentes pueden ser identificados como subsistemas y datos de tipo de subsistema pueden ser creados y manipulados de una manera similar a los datos de componente/tipo de componente aquí detallados. La tabla siguiente ilustra un ejemplo parcial adicional de información de características de fallo que puede ser capturada para un sistema:

<i>Componente</i>	<i>Modo de Fallo</i>	<i>Prob. de Fallo</i>	<i>Efecto de Fallo</i>	<i>Efecto de sistema</i>	<i>Probabilidad de Síntoma dado un solo fallo</i>	<i>Fugas</i>
Tanque principal	Escape	0,00328	Escape de fluido	Monitor de presión PT3 indica presión alta	0,9	0,01
Tubería entre válvula y conjunción	Bloqueada	0,00328	Pérdida de flujo	Válvula SOV3 debe estar ABIERTA pero conmutador cerrado responde CERRADA	0,88	0,02
Válvula SOV3	Válvula SOV3 cerrada conmutador falló activación	0,00329	...	Válvula SOV3 está abierta, pero Válvula SOV4 está cerrada
	Válvula SOV3 cerrada conmutador falló desactivación	0,00327	...	Válvula SOV3 debe estar ABIERTA pero conmutador abierto no responde ABIERTO
	Fallo de camino de control de Válvula SOV3 (válvula permanece cerrada)	0,00328	...	Válvula SOV3 debe estar ABIERTA pero conmutador cerrado responde CERRADA
...

10 Cada patrón y forma en Visio™ tiene un identificador único que puede ser usado para el seguimiento de un ejemplar de una forma. Los patrones también tienen un identificador ID único que permite identificar patrones comunes. Construir un mapa de componentes y tipos de componente indexados mediante el ID único evita la duplicación de datos y permite un acceso rápido a los datos. De este modo, los datos recogidos mediante el complemento pueden ser exportados (en cualquier formato adecuado) y pueden ser usados directamente por la aplicación de diagnóstico para encontrar fallos. El sistema que está siendo modelado puede ser adaptado (automáticamente) sobre la base de los hallazgos de la herramienta de diagnóstico, por ejemplo abrir una válvula de emergencia.

20 La figura 5 ilustra esquemáticamente pasos realizados por el complemento cuando captura un suceso de “añadir forma”, es decir cuando ha sido dibujado un componente nuevo. En el paso 602 es determinado el patrón de la forma dibujada. En el paso 604 se realiza una pregunta acerca de si los datos de tipo de componente correspondientes a ese patrón ya existen. Si la respuesta es negativa, son creados entonces datos de tipo de componente para el componente representado por la forma, por ejemplo a través de un cuadro de entrada de datos como se ha descrito anteriormente. Los datos de tipo de componente son almacenados entonces en el mapa

mantenido por el complemento.

En el paso 606, la forma es envuelta en/asociada a los datos de componente para permitir que el complemento la reconozca como componente. En el paso 608, un enlace es creado desde el componente al tipo de componente y en el paso 610 esta información es almacenada en el mapa del complemento. De este modo, datos que representan una lista de componentes y tipos de componente (con asociaciones entre cada componente y el tipo apropiado) son creados y pueden ser almacenados/transferidos para uso con una herramienta de diagnóstico como se ha descrito anteriormente. Como el complemento permite que componentes del mismo tipo compartan datos, se evita una introducción repetitiva de datos y esto puede reducir la probabilidad de errores. Los datos creados por la aplicación pueden ser almacenados como una "librería" para reutilización. Pueden hacerse cambios a los datos de forma rápida y conveniente encontrando la forma relevante en el dibujo, en vez de buscando líneas de caracteres como en técnicas de construcción de datos de modelo basadas en texto. La característica de "añadir selección" permite que esquemas existentes dibujados en Visio™ sean usados sin la necesidad de redibujar un diagrama completo.

5

10

15

20

25

30

35

40

REIVINDICACIONES

1. Un método implementado por ordenador para el apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes (402A, 402B) y uno o varios grupos de componentes (206, 208), usando un modelo del sistema que tiene datos de componente (404A, 404B) y datos de tipo de componente (406) asociados para la pluralidad de componentes y uno o varios grupos, en que el método incluye:
- 5 obtener datos electrónicos (404) asociados a un componente (402) del sistema; en que el método está **caracterizado por**: comprobar la existencia de sucesos relacionados con el modelo, y detectar un suceso, en que el suceso comprende la adición de un componente al modelo,
- 10 analizar un modelo del sistema para determinar (602, 604) si el componente está ya asociado a unos datos de tipo de componente (406) que incluyen datos relacionados con al menos una característica de fallo común a todos los componentes de ese tipo, y si el componente no está asociado todavía a unos datos de tipo de componente tales, entonces son creados datos de tipo de componente para el componente y son asociados al componente, y
- 15 almacenar y/o transferir los datos de componente y los datos de tipo de componente (606, 608, 610) para uso en un análisis de modos de fallo y efectos del sistema (610).
2. Un método según la reivindicación 1, en que el modelo comprende patrones o plantillas para componentes, y el paso de analizar el modelo incluye detectar una forma de una representación gráfica (502) del componente en el modelo, y determinar (602) un patrón o plantilla en el que se basa la forma para determinar los datos de tipo de componente a asociar al componente.
- 20 3. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que los datos de característica de fallo son seleccionados de un conjunto: tipo/nombre/modo del fallo; efecto(s) del fallo sobre el sistema y/u otros componentes; síntoma(s) del fallo; una probabilidad a priori de que ocurra el fallo; una probabilidad condicional de un síntoma dado un fallo y sólo un fallo tal; una probabilidad de un síntoma dada la ausencia de cualquier fallo modelado.
- 25 4. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que los datos de tipo de componente (406) son almacenados independientemente de los datos de componente (404).
- 30 5. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que los datos de tipo de componente (406) incluyen, o están asociados a, datos relacionados con características de fallo de ese componente o grupo específico, tales como datos que describen efecto(s) del fallo del componente o grupo sobre otros componentes y/u otros grupos y/o el sistema.
- 35 6. Un método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en que cada componente tal en el modelo es asignado a un identificador único y cada tipo de componente tal es asignado a un identificador único, y el paso de almacenar y/o transferir los datos de componente y de tipo de componente incluye almacenar/transferir los datos de componente con una referencia entre el identificador único del componente y el identificador único del tipo de componente asociado al componente.
- 40 7. Un producto de programa de ordenador que comprende un medio legible por ordenador, que lleva en él medios de código de programa de ordenador, para hacer que cuando el código de programa es cargado el ordenador ejecute un método de apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes (402A, 402B), y uno o varios grupos de componentes (206, 208), según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes.
- 45 8. Equipo (300) adaptado para el apoyo al análisis de modos de fallo y efectos de un sistema que comprende una pluralidad de componentes (402A, 402B) y uno o varios grupos de componentes (206, 208), usando un modelo del sistema que tiene datos de componente (404A, 404B) y datos de tipo de componente (406) asociados para la pluralidad de componentes y uno o varios grupos, en que el equipo incluye:
- un dispositivo (300) adaptado para obtener datos electrónicos (404) asociados a un componente (402) de un sistema; en que el equipo está **caracterizado por**:
- un dispositivo (300) adaptado para comprobar la existencia de sucesos relacionados con el modelo, en que un suceso comprende la adición de un componente al modelo,
- 50 en que el dispositivo (300) está adaptado además para analizar el modelo del sistema para determinar (602, 604), al detectarse un suceso, si el componente en un grupo de componentes está ya asociado a unos datos de tipo de componente (406) que incluyen datos relacionados con al menos una característica de fallo

común a todos los componentes de ese tipo, y si el componente no está asociado todavía a unos datos de tipo de componente tales, entonces son creados datos de tipo de componente y son asociados al componente, y

5 un dispositivo (304) para almacenar y/o transferir (606, 608, 610) los datos de componente y los datos de tipo de componente para uso en un análisis de modos de fallo y efectos del sistema.

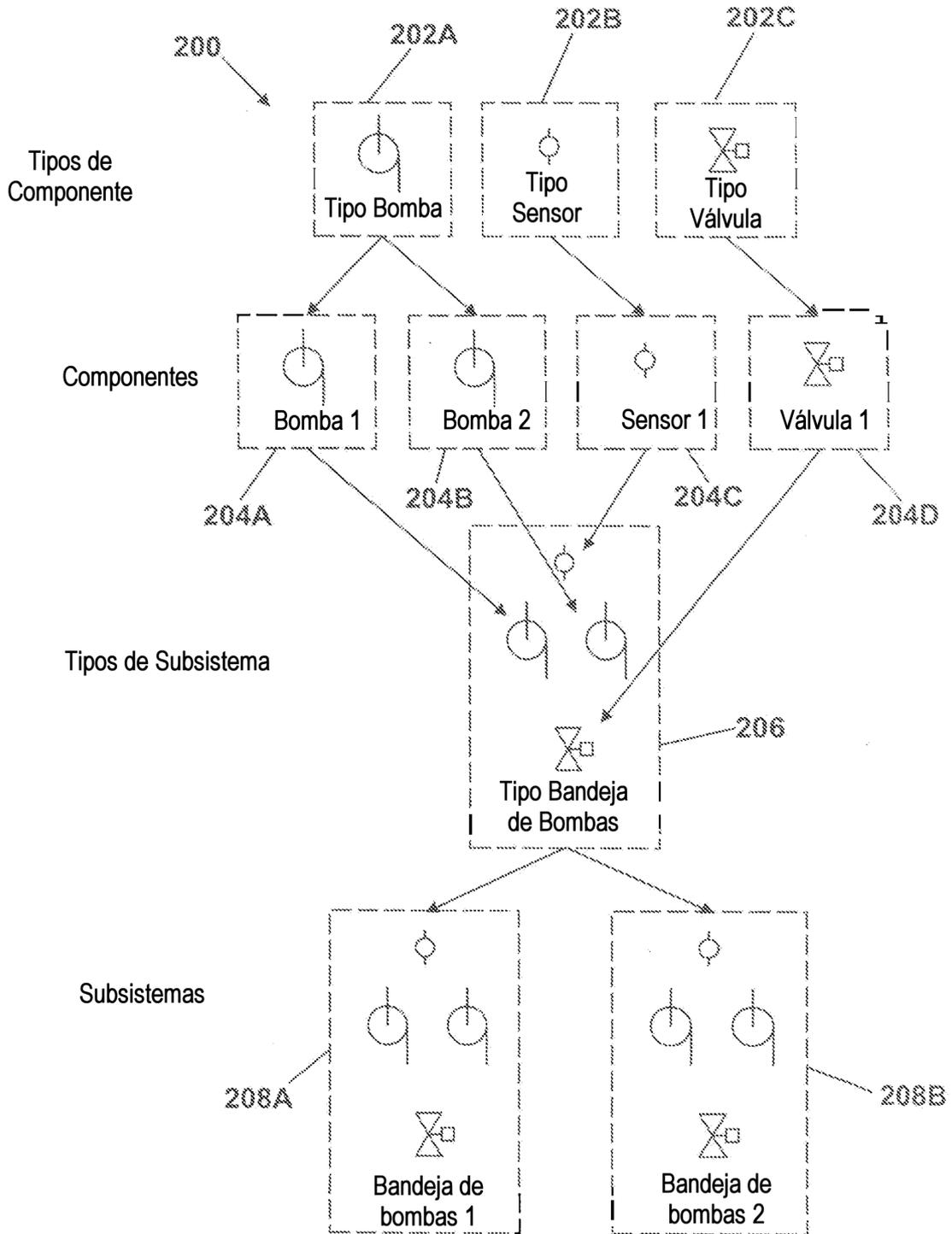


Fig. 1

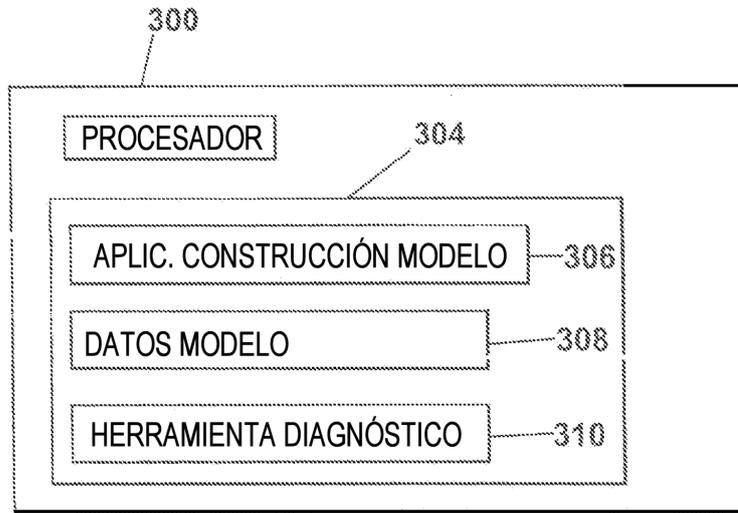


Fig. 2

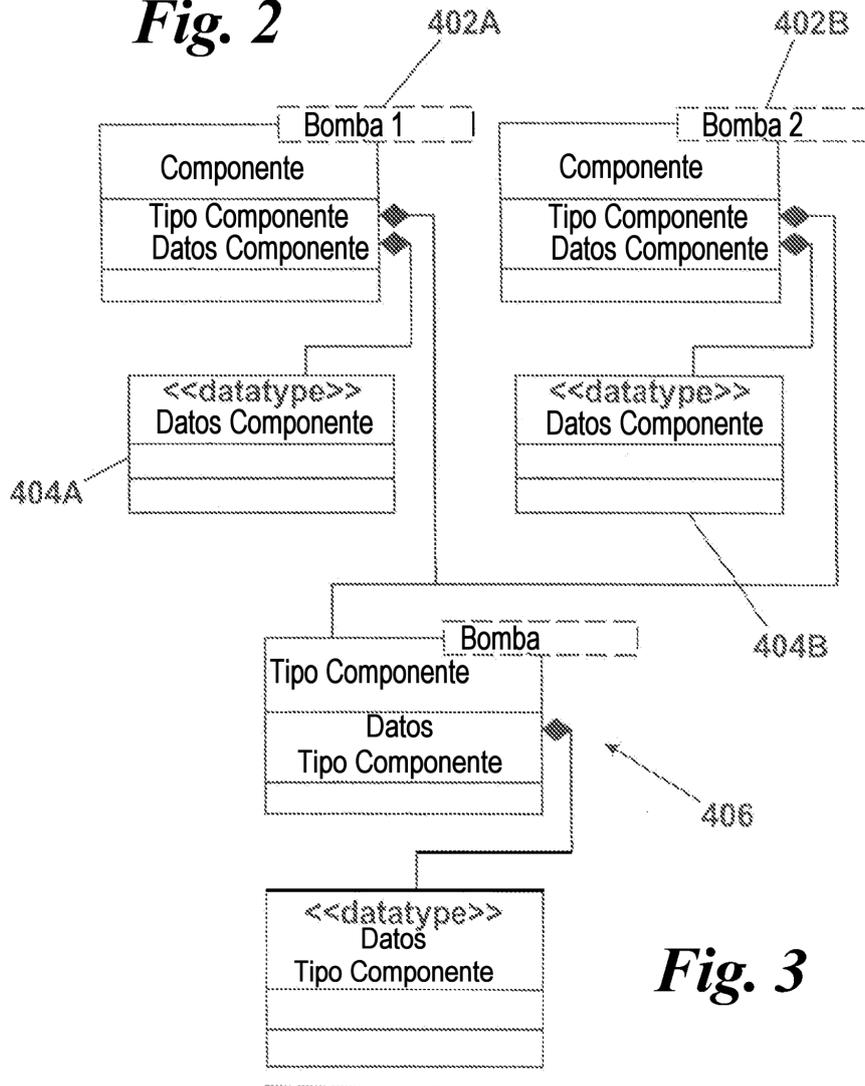


Fig. 3

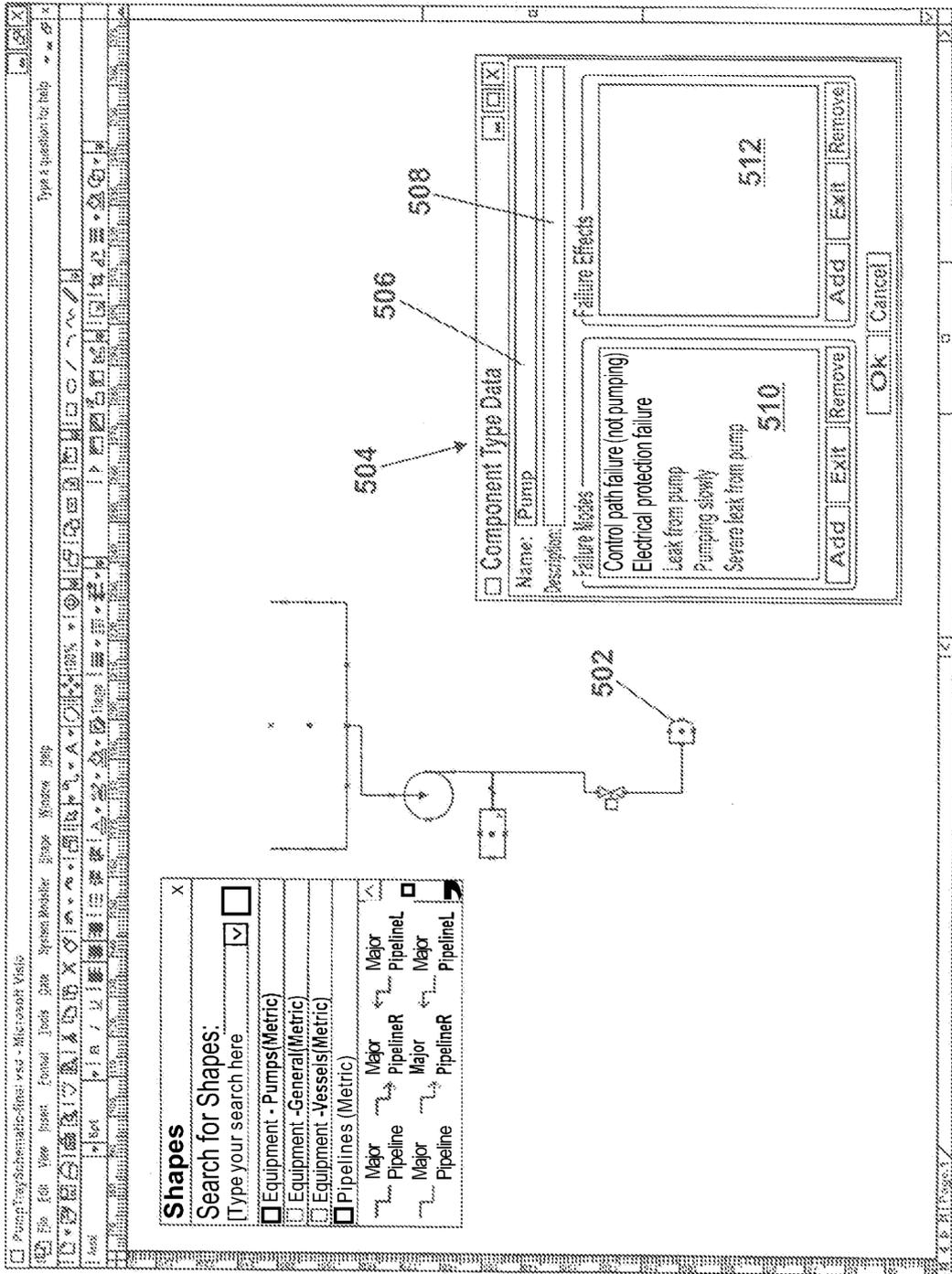


Fig. 4

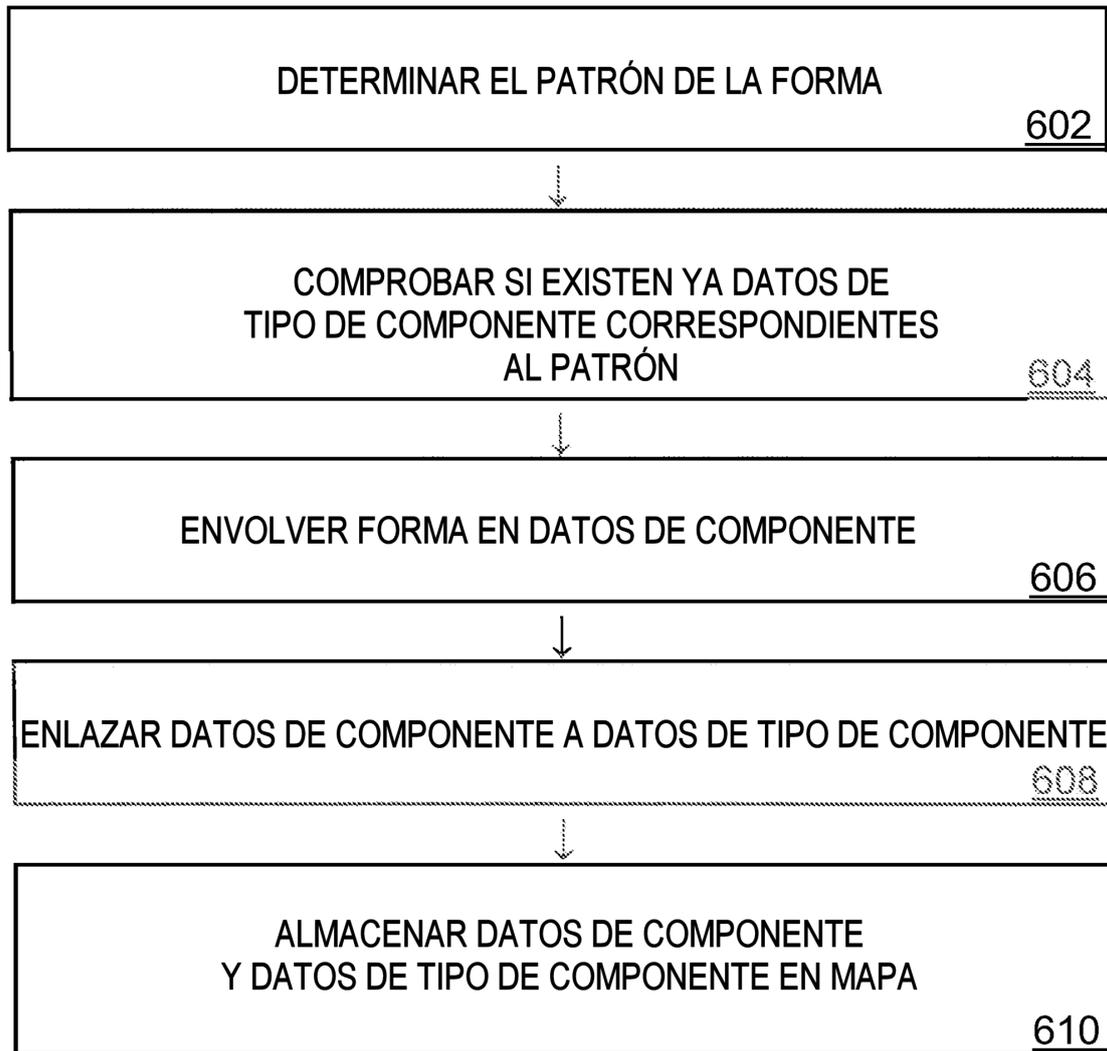


Fig. 5