

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 575 513**

51 Int. Cl.:

**G06F 17/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.09.2005 E 05807805 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.03.2016 EP 1794685**

54 Título: **Dispositivo y procedimiento de análisis y de diagnóstico de un sistema**

30 Prioridad:

**28.09.2004 FR 0410271**

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

**29.06.2016**

73 Titular/es:

**PROSYST (100.0%)  
Z.A.C. de Templemars, Rue de l'Epinoy  
59175 Templemars, FR**

72 Inventor/es:

**WILLAEYS, DIDIER y  
ASSE, ABDALLAH**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 575 513 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**

Dispositivo y procedimiento de análisis y de diagnóstico de un sistema.

5 La presente invención tiene por objeto un dispositivo y un procedimiento de análisis y de diagnóstico de un sistema, en particular, pero no únicamente, en el campo de las instalaciones industriales. En particular, pero no únicamente, la invención encuentra su aplicación para unas instalaciones industriales dirigidas por unos autómatas de control con lógica programada o cableada.

10 En la mayoría de las instalaciones industriales, se encuentran unos sistemas automatizados de dirección y de control, en particular unos autómatas de control con lógica programada o cableada. En general, los sistemas de dirección de estas instalaciones industriales comprenden un módulo de entrada para el control del estado de las variables asociadas a los sensores del sistema de la instalación industrial dirigida, y un módulo de salida para la instrucción de control de los accionadores de este sistema. Estos módulos de entrada-salida están conectados a un bus periférico conectado a una unidad central que emite unas órdenes para dirigir dicho sistema.

15 Estos sistemas comprenden, por lo tanto, generalmente un programa que se denominará programa de animación, y una mecánica de funcionamiento o de accionamiento.

20 El análisis del funcionamiento de estos sistemas es un punto muy importante, en particular en la puesta en marcha para reducir los costes de integración, o también en caso de avería, para efectuar un diagnóstico rápido y eficaz. En este contexto, no se pueden admitir simples análisis empíricos y/o confrontaciones de experimentos, para detectar cualquier deriva o divergencia que pueda perturbar gravemente la producción.

25 Es por ello que los sistemas del estado de la técnica comprenden, generalmente, aparte de su mecánica de accionamiento y de su programa de animación, una herramienta de diagnóstico. Clásicamente, esta herramienta se presenta en forma de un programa que está adaptado a cada máquina, integrado al programa de animación, y que representa, en general, del orden del 70% del conjunto del programa. Una herramienta de este tipo es, por lo tanto, en general, costosa, compleja, y no reutilizable ya que está asignada a una máquina dada.

30 En el estado de la técnica anterior, se conoce también el documento US nº 5.818.736, que describe un sistema y un procedimiento de estimulación que permite probar la estructura en bloques lógicos de un sistema de control de procesos en tiempo real.

35 Existen soluciones que están basadas en la utilización de módulos estándares de diagnóstico, reutilizables de un programa a otro, pero generalmente asignados a una gama dada de sistemas. Por otro lado, estas soluciones integran la expresión mediante ecuación de las condiciones anormales de funcionamiento o condiciones que no responden a las normas, lo cual las hace inutilizables en numerosos casos. En efecto, estas soluciones son demasiado recargadas y la lista de condiciones que no responden a las normas tenidas en cuenta no es nunca exhaustiva (es más fácil determinar las condiciones de funcionamiento normal).

40 Además, la localización de una avería en algunos sistemas es una operación compleja y larga que necesitará una intervención para acceder a las zonas sospechas. Por lo tanto, es imperativo localizar rápida y precisamente el sitio del sistema que necesita una intervención. Por lo tanto, existe una necesidad de una solución fiable que permite paliar los inconvenientes antes citados. Es el objetivo de la invención paliar estos inconvenientes, proponiendo un procedimiento y un dispositivo de análisis de un sistema que permita, en particular, emitir rápidamente un diagnóstico sobre el funcionamiento del sistema, sin sobrecargar el o los programas de animación de dicho sistema, y que sea reutilizable de un sistema a otro.

45 Con este fin, la invención se basa en la utilización de un modelo del sistema real, verdadero sistema virtual, construido por identificación de grupos o unidades que son definidos por unas variables o magnitudes características y que comprenden las variables que influyen directa o indirectamente sobre estas variables características. La construcción de un modelo de este tipo no es el objeto de la presente invención. A título de ejemplo, se citará la patente FR 2 686 714, que describe un procedimiento de simulación de un proceso industrial, basado en la noción de eje cinemático y de sector o intervalos de valores.

50 La invención se refiere por lo tanto, según un primer aspecto, a un procedimiento de análisis para emitir un diagnóstico sobre el funcionamiento de un sistema real, estando dicho procedimiento basado en la utilización de un modelo de dicho sistema real. El modelo comprende por lo menos dos variables asociadas a unos sensores del sistema real y que están distribuidas en uno o varios grupos y almacenadas en unos primeros medios de almacenamiento de datos. Cada uno de los grupos comprende y está definido por una o varias variables denominadas variables características, y reagrupa, además de estas variables características, cualquier otra variable que tenga influencia directa o indirecta sobre el valor de por lo menos una de las variables características del grupo. Estas últimas variables se denominan variables influyentes. El estado del sistema virtual en un momento dado, predicho por el modelo, está así definido por los valores respectivos de estas variables, influyentes, o características. El procedimiento de la invención, basado en un modelo de este tipo, está así caracterizado por que comprende una

primera etapa de inicialización del modelo en un estado que corresponde a un estado dado del sistema real por medio de primeros medios de tratamiento que comunican con el sistema real a través de una interfaz de comunicación, y una segunda etapa de creación de una lista denominada lista de variables discordantes, que comprende las variables características cuyo valor predicho por el modelo no está verificado en el sistema real, y de almacenamiento de esta lista de variables discordantes, de variables características cuyo valor predicho por el modelo no está verificado en dicho sistema real, y de almacenamiento de esta lista de variables discordantes en unos segundos medios de almacenamiento de datos, a través de medios de comparación que comunican con el sistema real por medio de la interfaz de comunicación, comprendiendo dicha etapa de creación de la lista de variables discordantes:

- i. una etapa de predicción por el modelo del estado del sistema real a partir de una secuencia dada,
- i. una etapa de comparación del estado predicho con el estado real del sistema después de la realización de dicha orden dada. Por predicción, se entiende tanto una predicción que cambia de estado, como una predicción de ausencia de cambio. El procedimiento de la invención comprende además, para cada variable característica de la lista de variables discordantes, una tercera etapa de tratamiento que comprende la creación de una lista, denominada lista inicial de variables sospechosas, de variables influyentes que pueden haber generado el valor discordante de dicha variable discordante, y de almacenamiento de dicha lista inicial de variables sospechosas en unos terceros medios de almacenamiento de datos, a través de medios de selección, y una etapa de creación de una lista, denominada restringida de variables sospechosas, por filtrado de la lista inicial de variables sospechosas, y de almacenamiento de dicha lista restringida de variables sospechosas en unos cuartos medios de almacenamiento de datos, a través de medios de filtrado.

Cuando la comparación indica una diferencia entre los dos estados, es decir entre el valor de una o varias variables características en el modelo y el valor de estas variables características en el sistema real, estas últimas son insertadas en la lista de variables discordantes. Si no, es decir cuando la comparación no indica ninguna diferencia entre los dos estados, se actualizan las variables del modelo para validar su estado y proseguir el proceso.

En una variante de realización, un modelo simplificado está construido a partir del modelo inicial teniendo en cuenta, en cada grupo, sólo las variables influyentes primarias y variables características, siendo una variable influyente primaria una variable influyente en la que no influye ninguna otra variable del mismo grupo. Este modelo se utiliza en lugar del modelo inicial en la etapa de creación de lista de variables discordantes.

Eventualmente, esta lista de variables discordantes está ordenada, utilizando un gráfico de dependencia al que está asociada una relación de orden parcial que ordena los grupos. La variable discordante que pertenece al grupo de rango más elevado se coloca en primera posición, y así sucesivamente.

En una variante de realización, la etapa de creación de la lista inicial de variables sospechosas consiste en seleccionar todas las variables influyentes que forman parte del grupo al cual pertenece la variable discordante durante el tratamiento.

En otra variante de realización, esta etapa de creación de una lista inicial de variables sospechosas comprende un pre-diagnóstico para preseleccionar un sub-conjunto de variables sospechosas de entre las variables influyentes que forman parte del grupo al que pertenece la variable discordante en tratamiento.

En una variante de realización, la etapa de creación de lista restringida de variables sospechosas consiste en la eliminación de las variables sospechosas de la lista inicial que, o bien no generan valor discordante en el modelo para cada una de las variables de la lista de variables discordantes, o bien generan un valor discordante en el modelo para por lo menos una variable característica que no pertenece a la lista de variables discordantes.

Preferentemente, la etapa de creación de la lista restringida de variables sospechosas comprende dos filtrados sucesivos. El primer filtrado elimina las variables sospechosas que no generan el valor discordante para la variable discordante en tratamiento. El segundo filtrado elimina las variables sospechosas que, o bien generan un valor discordante para por lo menos una variable característica diferente de la variable discordante en tratamiento, no perteneciendo esta otra variable característica a la lista de variables discordantes, o bien no generan ningún valor discordante para por lo menos una variable característica diferente de la variable discordante en tratamiento, perteneciendo esta otra variable característica a la lista de discordancias.

En una variante de realización, el procedimiento se utiliza para el análisis de un sistema industrial dirigido por unos autómatas de control.

La invención se refiere según un segundo aspecto a un dispositivo de análisis para emitir un diagnóstico sobre el funcionamiento de un sistema real, basado en la utilización de un modelo de dicho sistema real. Este modelo comprende por lo menos dos variables asociadas a unos sensores del sistema real y que están distribuidas en uno o varios grupos. Cada uno de los grupos comprende y está definido por una o varias variables denominadas variables características, y reagrupa, además de estas variables características, todas las otras variables que tienen una

influencia directa o indirecta sobre el valor de por lo menos una de las variables características del grupo. Estas últimas variables se denominan variables influyentes. El estado del sistema virtual en un momento dado, predicho por el modelo, está así definido por los valores respectivos de estas variables, influyentes, o características. El dispositivo utiliza el procedimiento tal como se ha definido anteriormente. El dispositivo de la invención, basado en un modelo de este tipo, está así caracterizado por que comprende una interfaz de comunicación apta para permitir la comunicación entre el dispositivo de análisis y el sistema real, unos medios de almacenamiento de los datos que definen el modelo, unos medios denominados de tratamiento para aplicar el modelo, siendo estos dichos medios de tratamiento aptos para comunicar con el sistema a través de dicha interfaz de comunicación, unos medios de comparación del estado del sistema predicho por el modelo y siendo el estado del sistema real de dichos medios de comparación apto para comunicar con el sistema a través de dicha interfaz de comunicación, unos medios de almacenamiento de una lista de variables características discordantes procedente de la comparación realizada por los medios de comparación, unos medios de selección, en el modelo, de las variables influyentes sospechosas iniciales que pueden haber generado el valor discordante de por lo menos una variable característica discordante, unos medios de filtrado de dichas variables influyentes sospechosas iniciales para obtener las variables influyentes sospechosas restringidas, y unos medios de almacenamiento de dichas variables influyentes sospechosas iniciales y de dichas variables influyentes sospechosas restringidas.

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente y de manera completa con la lectura de la descripción siguiente de las variantes preferidas de aplicación del procedimiento y de realización del dispositivo, las cuales se proporcionan a título de ejemplos no limitativos y en referencia a los dibujos adjuntos siguientes:

- la figura 1: representa esquemáticamente un ejemplo de instalación industrial simplificada cuyo elemento principal es un cilindro,
- la figura 2: representa esquemáticamente las relaciones eléctricas entre los elementos del sistema de la figura 1,
- la figura 3a: representa esquemáticamente el modelo completo del sistema de la figura 1,
- la figura 3b: representa esquemáticamente el modelo directo, o modelo simplificado, del sistema de la figura 1,
- la figura 4: representa el gráfico de dependencia de los grupos del sistema de la figura 1,
- las figuras 5a, 5b, 5c, 5d: representan esquemáticamente la sucesión de las diferentes etapas del procedimiento de análisis de la invención,
- la figura 6: representa esquemáticamente el dispositivo de análisis según la invención.

La figura 1 representa esquemáticamente un ejemplo de instalación industrial simplificada cuyo elemento principal es un cilindro V de tipo cilindro de simple varilla y de efecto simple con evacuación al aire libre. Este cilindro está controlado por un distribuidor de energía de tipo electroválvula EV. Cuando el cilindro está en posición retraída, o posición izquierda, el sensor G es accionado y el sensor D no lo es. Cuando el cilindro está en posición extendida, o posición derecha, el sensor D es accionado y el sensor G no lo es. El sistema dispone además de cuatro botones pulsadores: botón pulsador de puesta en marcha BPMES, botón pulsador de desconexión BPMHS, botón pulsador de activación BPMEP, botón pulsador de desactivación BPMHP.

La figura 2 representa esquemáticamente las relaciones eléctricas entre los elementos del sistema de la figura 1. Así, la alimentación de 24 voltios alimenta, por medio de un fusible FUS1, dos instrucciones de control A10 y A11 que provienen del sistema de control. A10 y A11 son por lo tanto unas salidas del sistema de control y unas entradas del modelo. A10 controla la bobina del relé de activación MEP por medio de un contacto del relé de puesta en marcha MES. A11 controla la bobina del relé de puesta en marcha MES.

La activación MEP, por medio de un fusible FUS2, alimenta la instrucción de control A100. A100 controla la bobina de la electroválvula EV.

La puesta en marcha MES alimenta, por medio de un fusible FUE1, el sensor G en posición abierta o cerrada que está conectado a la entrada E100, y el sensor D en posición abierta o cerrada que está conectado a la entrada E101.

La alimentación de 24 voltios alimenta también directamente un contacto de activación MEP, en posición abierta o cerrada conectada a la entrada E21, y un contacto de puesta en marcha MES en posición abierta o cerrada E22. La alimentación 24V está también directamente conectada a la entrada E20.

Por último, la alimentación de 24V, por medio del fusible FUE2, alimenta los conectores del botón pulsador de puesta en marcha BPMES, del botón pulsador de desconexión PBMHS, del botón pulsador de activación BPMEP, y del

botón pulsador de desactivación BPMHP, que están respectivamente conectados a las entradas E10, E11, E12 y E13.

5 La figura 3a representa esquemáticamente el conjunto de los elementos del sistema de la figura 1 y de sus relaciones en el modelo completo del sistema. Este gráfico pone en evidencia ocho grupos (o ejes cinemáticos). El grupo G1 corresponde al grupo de alimentación de 24 voltios, el grupo G2 corresponde al botón pulsador de puesta en marcha BPMES. El grupo G3 corresponde al botón pulsador de desconexión BPMHS. El grupo G4 corresponde a la puesta en marcha MES. El grupo G5 corresponde al botón pulsador de activación BPMEP. El grupo G6 corresponde al botón pulsador de desactivación BPMHP. El grupo G7 corresponde a la activación MEP. Por último, el grupo G8 corresponde al cilindro en sí con la electroválvula EV.

15 Esta modelización permite identificar y visualizar el conjunto de las variables del sistema. Entre estas variables, se encuentran las variables características E10, E11, E12, E13, E20, E21, E22, E100, E101 (variables de entrada del sistema de control), respectivamente asociadas al botón pulsador de puesta en marcha BPMES, al botón pulsador de desconexión BPMHS, al botón pulsador de activación BPMEP, al botón pulsador de desactivación BPMHP, a la alimentación de 24V, a la activación MEP, al encendido MES, al sensor izquierdo G y al sensor derecho D.

20 Todas las otras variables son por lo tanto unas variables influyentes. Algunas de estas variables se denominan variables influyentes primarias en un grupo dado, cuando ninguna otra variable influye sobre ellas. Es el caso por ejemplo de A100, FUS2 y FUE1. Otras se denominan variables de accionamiento (una por grupo) como por ejemplo MEP y MES.

Se encuentran por lo tanto las líneas de influencia siguientes:

25 en el grupo G1: 24V, E20,  
 en el grupo G2: BPMES, FUE2, 24V, E10,  
 en el grupo G3: BPMHS, FUE2, 24V, E11,  
 en el grupo G4: A11, 24V, FUS1, MES, E22,  
 30 en el grupo G5: BPMEP; FUE2, 24V, E12,  
 en el grupo G6: BPMHP, FUE2, 24V, E13,  
 en el grupo G7: A10, 24V, FUS1, MES, MEP, E21,  
 en el grupo G8:  
 A100, 24V, FUS2, MEP, cilindro, G, MES, FUE1, E100,  
 35 A100, 24V, FUS2, MEP, cilindro, D, MES, FUE1, E101

Se denominará modelo simplificado el modelo en el que no se tienen en cuenta las variables influyentes intermedias que no son unas variables de accionamiento. Por lo tanto, se refiere sólo a grupos controlados por el autómatas (por lo tanto con salidas autómatas). Este modelo simplificado, representado esquemáticamente en la figura 3b está, por lo tanto, en el presente ejemplo, constituido por las líneas de influencia simplificadas siguientes:

40 en G1: nada,  
 en G2: nada,  
 en G3: nada,  
 en G4: A11, MES, E22  
 45 en G5: nada,  
 en G6: nada,  
 en G7: A10, MEP, E21  
 en G8:  
 A100, cilindro, G, E100,  
 50 A100, cilindro, D, E101.

La figura 4 representa un gráfico de dependencia que organiza los grupos G1 a G8 del sistema de la figura 1, al cual está asociada una relación de orden parcial. El gráfico puede leerse de la manera siguiente: G1 está aguas arriba de G2, de G3, de G4, de G5 y de G6; G4 está aguas arriba de G7 que está aguas arriba de G8. Se podrá sustituir la expresión "está aguas arriba de" por la expresión "influye sobre". Se observa en este ejemplo que la relación es una relación de orden parcial ya que G2, G3, G4, G5 y G6 están al mismo nivel.

60 Al estar ya descrito el conjunto de los elementos de la modelización del ejemplo de la figura 1 con relación a las figuras 2, 3a, 3b y 4, se describirá ahora el procedimiento de análisis de la invención en referencia a las figuras 5a a 5d.

65 En la figura 5a, la etapa 1 del procedimiento de la invención consiste en la inicialización del modelo en un estado que corresponde a un estado dado del sistema. Un estado dado del sistema está caracterizado por los valores de las variables características del sistema. La etapa 2 consiste en la creación de una lista de variables discordantes en la que están insertadas las variables características cuyo valor en el sistema difiere de las predichas por el modelo, o bien el valor predicho por el modelo es incoherente con respecto al estado del sistema. Esta etapa 2 se explicará

más en detalle a continuación en referencia a la figura 5b.

Preferentemente, pero no necesariamente, la lista de variables discordantes está clasificada según el gráfico de dependencia que une los grupos con una relación de orden parcial, tal como se ha descrito anteriormente en referencia al ejemplo de la figura 1 y a la figura 4. Así, una variable discordante que pertenece al grupo más aguas arriba se colocará en la parte superior de la lista, y así sucesivamente.

Si la lista de variables discordantes está vacía, se reenvía un bucle a la etapa 2. Si no, la etapa 2 es seguida de una etapa 3 de tratamiento, en bucle, es decir para cada variable característica de la lista de variables discordantes. Este bucle de tratamiento comprende dos etapas sucesivas. La primera etapa 31 es una etapa de creación de una lista inicial de variables sospechosas. Estas variables influyentes sospechosas son unas variables influyentes potencialmente responsables del valor discordante de la variable discordante en tratamiento. Preferentemente, pero no necesariamente, estas variables serán todas las variables influyentes que forman parte del grupo al que pertenece la variable característica discordante en tratamiento en el bucle de la etapa 3. Preferentemente también, pero no necesariamente, esta etapa 31 de creación de la lista inicial de variables sospechosas está precedida de un prediagnóstico para seleccionar un sub-conjunto de variables sospechosas entre las variables influyentes que forman parte del grupo al que pertenece la variable característica discordante en tratamiento en el bucle de la etapa 3.

La segunda etapa 32 es una etapa de creación de una lista restringida de variables sospechosas por filtrado de la lista inicial de variables sospechosas. Al final de esta etapa de tratamiento, repetida para cada una de las variables características de la lista de variables discordantes, se obtiene en la etapa 4 una lista de responsables de la o de las discordancias constatadas en la etapa 2. Idealmente, esta lista se reduce a un solo elemento, lo cual permite diagnosticar eficaz y rápidamente un problema.

La figura 5b describe más precisamente en qué consiste la etapa 2 mencionada anteriormente. Esta etapa 2 comprende, en efecto, una etapa 21 de predicción por el modelo del estado del sistema a partir de una instrucción de control o un evento dado. Esta etapa 21 es seguida de una etapa 22 de comparación entre el estado predicho por el modelo con el estado real del sistema. La etapa 22 lleva a la ramificación condicional 23 hacia la etapa 231 o la etapa 232. Precisamente, cuando la comparación indica una diferencia a nivel de las variables características, la etapa 231 se realiza para insertar la o las variables características discordantes en la lista de variables discordantes. Si no, es decir cuando la comparación no indica ninguna diferencia a nivel de las variables características y ninguna incoherencia con respecto al estado del sistema (valor en el modelo idéntico al valor en el sistema, pero incompatible con el estado de éste), la etapa 232 se realiza para poner al día el modelo y validar su estado. La etapa 231 o 232 es seguida de la etapa 3 descrita anteriormente en referencia a la figura 5a.

La figura 5c da más detalles sobre la etapa 32 de creación de una lista restringida de variables sospechosas anteriormente descrita en referencia a la figura 5a. Esta etapa 32 comprende, en efecto, una primera etapa 321 de filtrado por eliminación de las variables sospechosas que no generan el valor discordante de la variable discordante durante el tratamiento en la etapa 3. Esta etapa 321 consiste más precisamente en un bucle sobre cada variable sospechosa. Para cada una de estas variables sospechosas, se realiza una etapa 3211 de predicción por el modelo del estado del sistema a partir del cambio de valor de la variable sospechosa, limitada al grupo de la variable discordante, por lo tanto sin propagación a los demás grupos, con comparación del estado del modelo y del estado del sistema real. La etapa 3211 lleva a la ramificación condicional 3212 hacia la etapa 3213 o la etapa 322. Precisamente, cuando la comparación, después del cambio (en el modelo) del valor de la variable sospechosa, ya no indica el valor discordante para la variable característica discordante considerada en la etapa 3 (dicho de otra manera el modelo ya no predice, o no confirma, la discordancia después de este cambio de valor de la variable sospechosa), entonces la variable sospechosa en tratamiento en el bucle entra en la lista restringida de variables sospechosas. Si no (la comparación confirma la discordancia, todavía presente a pesar del cambio de valor de la variable sospechosa), la variable sospechosa en tratamiento en el bucle no entra en la lista restringida de variables sospechosas (etapa 3213).

Habiendo sido filtrada una primera vez la lista de variables sospechosas, se llega a la segunda etapa de filtrado 322 que se describirá ahora más en detalle en referencia a la figura 5d. Esta segunda etapa de filtrado comprende, en bucle para cada variable sospechosa, una etapa 3221 de predicción por el modelo del estado del sistema a partir del cambio del valor de la variable sospechosa, con propagación en todos los grupos en los que esta variable sospechosa es una variable influyente. El estado predicho por el modelo se compara con el estado real del sistema que conduce a la ramificación condicional 3222 hacia la etapa 3223 o la segunda ramificación condicional 3224. Precisamente, cuando la comparación, después del cambio (en el modelo) del valor de la variable sospechosa, ya no indica valor discordante para cualquier variable característica diferente de la característica discordante en tratamiento en la etapa 3 y que está, sin embargo, presente en la lista de variables discordantes, entonces la variable sospechosa sale de la lista restringida de variables sospechosas (etapa 3223). Si no, es decir si la comparación ya no indica valor discordante para cualquier variable característica diferente de la variable característica discordante en tratamiento en la etapa 3, y que está, sin embargo, presente en la lista de variables discordantes, se efectúa un segundo ensayo a nivel de la ramificación condicional 3224 hacia la etapa 3225 o el final del bucle. Precisamente, si la comparación, después del cambio del valor de la variable sospechosa, indica un valor

discordante para cualquier variable característica diferente de la variable discordante en tratamiento en la etapa 3, y que no está, por otro lado, presente en la lista de variables discordantes, entonces la variable sospechosa sale de la lista restringida de las variables sospechosas (etapa 3225). Si no, no se elimina y permanece, por lo tanto, en la lista restringida de variables sospechosas proporcionada en la etapa final 4.

5 Dicho de otra manera, en las etapas de comparaciones descritas anteriormente, se observa, después del cambio del valor de la variable sospechosa, si una discordancia inicialmente detectada no se confirma, o si se genera una discordancia no detectada inicialmente. Si tal es el caso, la variable sospechosa se elimina como sospechosa por la filtración. Si no, se conserva.

10 La división de la etapa 32 de creación de una lista restringida de variables sospechosas por filtrado de la lista inicial de variables sospechosas, en dos sub-etapas sucesivas de filtrado 321 y 322, no es limitativa de la invención, sino simplemente una optimización. Esta división está basada en la idea que se puede, en una primera etapa, realizar el filtrado con respecto a la variable discordante en tratamiento en la etapa 3, para conducir a una primera reducción de la lista de sospechosos. Esto permite después realizar la segunda etapa de filtrado 322 con respecto a cualquier otra variable característica discordante, a partir de una lista de sospechosos de tamaño reducido.

15 Preferentemente, pero no necesariamente, después de que la etapa 3 de tratamiento se haya repetido para cada una de las variables de la lista de variable discordante, se realiza una etapa de investigación localizada suplementaria. Esta etapa puede estar basada, por ejemplo, en informaciones proporcionadas por un operario y jerarquizadas.

20 Eventualmente, pero no necesariamente, después de que la etapa 3 de tratamiento se haya repetido para cada una de las variables de la lista de variables discordantes, se realiza una nueva etapa que consiste en verificar si ha aparecido una nueva variable característica discordante, y si es así, en realizar una etapa suplementaria de filtrado para eliminar todas las variables influyentes sospechosas de la lista restringida de variables sospechosas que no generan valor discordante de esta nueva variable característica discordante. Este filtrado procede del mismo principio que los diferentes filtrados descritos anteriormente.

25 Preferentemente, pero no necesariamente, en la realización de la etapa 2 de creación de la lista de variables discordantes, no se utiliza el modelo completo, sino el modelo simplificado descrito anteriormente. Así, en esta etapa, no se tiene en cuenta la influencia de las variables influyentes intermedias.

30 Al estar ya descrito el procedimiento de la invención en referencia a las figuras 5a a 5d, y la modelización del sistema simplificado de la figura 1 se ha descrito en referencia a las figuras 2, 3a, 3b y 4, se describirá ahora un ejemplo de aplicación del análisis del sistema de la figura 1 con diagnóstico en dos escenarios diferentes.

35 Se supone que el estado habitual del sistema es el siguiente: el sistema es alimentado por 24 voltios, se han efectuado la puesta en marcha y la activación, y el cilindro está en posición retraída, es decir la posición izquierda. Este estado habitual está por lo tanto caracterizado por:  $MEP=1$  ( $E21=1$ ),  $MES=1$  ( $E22=1$ ),  $A100=0$  ( $EV=0$ ),  $G=1$  ( $E100=1$ ),  $D=0$  ( $E101=0$ ) ya que el cilindro está en posición retraída,  $24V=1$  ( $E20=1$ ).

40 Como se ha descrito anteriormente, el modelo está se inicializa, por lo tanto, en la etapa 1 de la figura 5a, en el estado habitual del sistema real descrito anteriormente. Se realiza entonces la etapa 2 de la figura 5a, y tal como se detalla en la figura 5b. Se recibe la orden A100, es decir la orden de la electroválvula para hacer salir el cilindro. El modelo directo predice por lo tanto, en la etapa 21 de la figura 5b, la salida inmediata del cilindro, por lo tanto la liberación de G. El modelo directo indica por lo tanto la desaparición inmediata de E100:  $E100=0$ .

45 El sistema real cambia de estado e indica  $E100=0$  (cualquier otra variable característica sigue sin cambiar). Se ha predicho  $E100=0$ , por lo tanto la etapa 22 de comparación de la figura 5b no indica ninguna discordancia entre el sistema real y el modelo. En consecuencia, se actualiza el modelo (etapa 232 de la figura 5b, es decir que el cilindro deja la posición izquierda, y se realiza una nueva predicción por el modelo, paralelamente al funcionamiento del sistema real (bucle sobre la etapa 2 de la figura 5a).

50 El modelo predice entonces, en la etapa 21 de las figuras 5a y 5b, la aparición de D, por lo tanto  $D=1$ , en 5 segundos, y predice por lo tanto  $E101=1$  en 5 segundos.

A partir de esta situación, se considerarán dos escenarios que necesitarán un diagnóstico.

60 Escenario 1:

Se supone que el relé MES se rompe físicamente. Se constata, por lo tanto, en el sistema real, la desaparición de E22, es decir  $E22=0$ , y casi simultáneamente la desaparición de E21, es decir  $E21=0$ . Por otro lado la electroválvula se detiene, ya que EV cae a 0, y el cilindro deja de salir para volver a la posición retraída, es decir a la posición de la izquierda.  $G=1$  aparece 2 segundos después. Pero,  $E100=1$  no aparece ya que MES, estando roto, ya no lo alimenta.

5 El modelo, que por supuesto no ha tenido en cuenta el hecho de que el relé MES está roto, indica por lo tanto  $E22=1$  y  $E21=1$ . La comparación, en la etapa 22 de la figura 5b, muestra por lo tanto dos variables características discordantes que se insertan en la lista de variables discordantes: E22 se refiere al grupo G4 o grupo MES (o también eje MES), y E21 se refiere al grupo G7, o grupo MEP (o también eje MEP)

10 La lista de variables discordantes que contiene E22 y E21 es, preferentemente, clasificada con relación al gráfico de dependencia de la figura 4: G4 está aguas arriba de G7 (MES está aguas arriba de MEP), E22 está por lo tanto colocada en la partes superior de la lista.

15 Después, se realiza en bucle en la lista de variables discordantes la etapa general de tratamiento 3 de la figura 5a. En una primera fase, en la etapa 31 de la figura 5a, el modelo completo (que integra todas las variantes influyentes intermedias), nos indica que en el grupo G4, los sospechosos son: 24V, contacto MES, bobina MES, y fusible FUS1. La influencia de cada uno de estos sospechosos se analizarán, por lo tanto, modificando uno por uno su valor en el modelo, durante la etapa 32 de la figura 5a. Más precisamente, esta etapa 32 se subdivide en una etapa 321 y una etapa 322.

20 Por lo tanto, en primer lugar, se realiza la etapa 321 sobre cada uno de los sospechosos previamente identificados, para determinar cuáles son aquellos entre estos sospechosos cuya responsabilidad potencial en la aparición del valor discordante en tratamiento en la etapa 3(aquí E22) se confirma, y que serán por lo tanto mantenidos en la lista de sospechosos.

25 La etapa 3211 se realiza para el sospechoso 24V: éste está en 1 en el modelo, por lo tanto se supone que tuvo lugar la desaparición de 24V, es decir  $24V=0$  (esto implica que la bobina MES está en 0, por lo tanto que el contacto MES está en 0, por lo tanto que  $E22=0$ ). La discordancia sobre E22 está por lo tanto bien confirmada, y el sospechoso 24V se mantiene (etapa 3213).

30 La etapa 3211 se realiza para el sospechoso contacto MES: éste está en 1 en el modelo, por lo tanto se cambiará su valor y se pondrá a 0. La consecuencia evidente según el modelo es que E22 pasa a 0. De nuevo, este cambio sobre el contacto MES confirma la discordancia. El contacto MES se conserva, por lo tanto, como sospechoso (etapa 3213).

35 La etapa 3211 se realiza para el sospechoso bobina MES: MES está en 1 en el modelo, se cambia por lo tanto su valor a 0, lo que implica que el contacto MES pasa a 0, y por lo tanto, de nuevo, que E22 pasa a 0. Se mantiene el sospechoso bobina MES (etapa 3213).

40 El último sospechoso de la lista inicial de sospechosos es el fusible FUS1, en el que se realiza la etapa 3211: FUS1 está en 1 (estado correcto de funcionamiento) en el modelo, se le considerará por lo tanto ahora como defectuoso y se colocará a 0. Entonces, esto implica que la bobina MES pasa a 0, después que el contacto MES pase a 0, y que por último E22 pase a 0. De nuevo, se confirma la discordancia sobre E22, FUS1 se mantiene, por lo tanto, en la lista de sospechosos (etapa 3213).

45 La etapa siguiente consistirá por lo tanto en filtrar de nuevo la lista de sospechosos (etapa 322 de la figura 5d, en bucle sobre la lista de los sospechosos), no limitándose sólo al grupo G4, sino también a los otros grupos. Esta etapa consiste, por lo tanto, en propagar los cambios de valor a los otros grupos.

50 En la etapa 3221, se recoge por lo tanto el sospechoso 24V, y se examinan las consecuencias de su desaparición extendidas a los demás grupos, 24V pasa a 0 (por lo tanto E20, E21 y E22 pasan a 0), y EV, MEP, MES pasan a 0 sin cambio inmediato de los valores de las variables características. La etapa 3223 no se realiza, ya que la comparación no indica la desaparición de la discordancia (E21 y E22 discordantes están bien predichos). Por el contrario, en el sistema real, E20 es igual a 1, y la discordancia sobre E20 no se ha registrado en la lista de variables discordantes. 24V es retirado, por lo tanto, de la lista de sospechosos y no formará parte de la lista restringida de sospechosos, conforme al desarrollo de la etapa 3225.

55 Después, la etapa 3221 se realiza de nuevo sobre el sospechoso contacto MES: se hace pasar el contacto MES a 0 (se simula la ruptura del contacto MES), entonces el modelo predice la desaparición de E22 ( $E22=0$ ), y  $MEP=0$  por lo tanto  $E21=0$ . Por otro lado  $MEP=0$  detiene la electroválvula, por lo tanto EV pasa a 0, se activa el movimiento negativo del cilindro y se predice la aparición de G en un cierto tiempo, y la desaparición de D (pero no de  $E100=1$  ya que  $MES=0$ ). Esto es conforme al estado del sistema real, y confirma las dos discordancias inicialmente detectadas (E21 y E22). En efecto, sólo se han confirmado las discordancias previamente registradas en la lista de variables discordantes (la etapa 3223, por lo tanto, no se realiza).

60 El mismo procedimiento se realiza de nuevo para la bobina MES, con seguramente el mismo resultado, por lo que no se detallará de nuevo aquí. El sospechoso bobina MES se mantiene en la lista restringida de sospechosos.

65 Por último, se considera la ruptura del fusible FUS1,  $FUS1=0$ . Por lo tanto, MES y MEP pasan a 0, y se obtiene de

nuevo la misma propagación. El sospechoso FUS 1 se conserva, por lo tanto, en la lista restringida de sospechosos.

5 En esta fase, si la noción de sincronización está integrada en el modelo, y con una medición muy fina, se podría distinguir el caso del fusible FUS1 de los del contacto y de la bobina MES. En efecto, si el fusible se rompe, las desapariciones de MES y MEP serán sincrónicas, mientras que si no, la desaparición de MES conllevará la desaparición de MEP, con un desplazamiento temporal de 100 a 200 ms por ejemplo entre el paso de E22 a 0 y el paso de E21 a 0.

10 El procedimiento de la invención indica que se necesita volver a empezar el tratamiento sobre la segunda variable de la lista de variables discordantes, es decir E21 (bucle principal sobre la etapa de tratamiento 3 de la figura 5a). de nuevo, no se volverá a detalla esta etapa aplicada a la variable característica discordante E21, ya que es, en todos los aspectos, similar a la que se acaba de describir para E22, y los resultados son los mismos: el relé MES (bobina y contacto) y eventualmente el fusible FUS1 se mantienen como sospechosos.

15 La localización del problema se encuentra en gran medida facilitada, y unas últimas verificaciones manuales permiten entonces constatar que el relé MES está roto.

Escenario 2:

20 Supongamos ahora que, no es el relé MES, sino el sensor D el se rompe. D permanece, por lo tanto, bloqueado en 0. Se constata entonces en el sistema real, después de 5 segundos (+ una tolerancia) que E101 no pasa a 1. Ahora bien, el modelo ha predicho E101=1, y por lo tanto se crea, mediante la realización de las etapas 21 y 22 de la figura 5b, la lista de variables discordantes insertando E101.

25 Por lo tanto, la lista no se reduce a un solo elemento, de ahí la inutilidad de cualquier clasificación. La única discordancia se trata, por lo tanto, en la etapa 3 de la figura 5a (por supuesto, no será necesario un bucle). Para empezar, los sospechosos que pertenecen al grupo G8 en el que se encuentra E101 se identifican en la etapa 31 de la figura 5a: el relé MES es el primer sospechoso, pero no se mantiene en la lista inicial de variables sospechosas, ya que está aguas arriba en el gráfico de dependencia de la figura 4 y debería por lo tanto haber sido tratado antes (si estaba a 0, habría discordancia en G4, ya tratado según la jerarquía del gráfico de dependencia); misma observación para el relé MEP; los otros sospechosos son el fusible FUE1, el sensor D, el fusible FUS2, el propio cilindro que puede estar atascado.

35 La etapa 32 de la figura 5a se realiza, por lo tanto, con, para empezar, el bucle 321 de la figura 5c sobre cada uno de los sospechosos. En la etapa 3211 de la figura 5c, se constata que la ruptura del fusible FUE1, por lo tanto FUE1=0, conlleva el mantenimiento de E101 en 0. No aparece ya la discordancia, por lo tanto, el sospechoso FUE1 se mantiene (etapa 3213). Este es también el caso para el sensor D y el cilindro atascado.

40 De nuevo en la etapa 3211, esta vez se considera la ruptura del fusible FUS2, que conlleva la parada de la electroválvula y, por tanto, el retorno del cilindro a la posición retraída, por lo tanto G=1, al final de 3 segundos. Esto es una nueva discordancia (o un nuevo evento discordante) que no pertenece a la lista de variables discordantes. Este cambio sobre FUS2 conllevó por lo tanto la aparición de una nueva discordancia. FUS2 no se mantiene, por lo tanto, en la lista de sospechosos (la etapa 3213 no se realiza).

45 Se recoge ahora la lista de sospechosos para filtrarla otra vez, conforme a la etapa 233 de la figura 322 de la figura 5d.

50 En la etapa 3221, se recoge FUE1 haciéndole pasar a 0, lo que implica que E100=0 y E101=0. Si E100=1 aparece después, FUE1 se suprime de la lista. Pero en esta fase, se confirma.

55 De nuevo en la etapa 3221, se considera la ruptura del sensor D, lo que conlleva la desaparición de D. Se confirma la discordancia previamente detectada y no hay aparición de ninguna nueva discordancia. No se realizan ni la etapa 3223, ni la etapa 3225. El sensor D permanece en la lista restringida de sospechosos. Este es también el caso para el cilindro atascado.

60 Por último, se considera, de vuelta a la etapa 3221, la ruptura del fusible FUS2, lo que conlleva EV=0, y por lo tanto un retorno del cilindro a la posición retraída, y por lo tanto la predicción de la aparición de G en 3 segundos (o E100=1 en 3 segundos). Por las mismas razones que para el sospechoso sensor D, FUS2 se mantiene por lo tanto en la lista restringida de sospechosos.

65 En esta fase, cuatro sospechosos permanecen por lo tanto en la lista. Pero 3 segundos (mas una cierta tolerancia) más tarde, E100=1 no aparece en el sistema real. Esta constatación permite eliminar el sospechoso FUS2 de la lista restringida de sospechosos.

Por lo tanto, se continúa con unas investigaciones localizadas: a partir del momento en el que se pulsa el botón pulsador de desactivación BPMHP para intervenir sobre el cilindro, el cilindro vuelve a la posición retraída, por lo

tanto E100=1 aparece, lo que permite eliminar el sospechoso FUE1 y el cilindro atascado de la lista.

Por último, queda un único sospechoso: el sensor D. Esto hace el diagnóstico, por lo menos, fácil.

- 5 Por último, la figura 6 representa esquemáticamente un dispositivo de análisis según la invención, que permite realizar el procedimiento de la invención descrito anteriormente.

10 El dispositivo comprende así unos medios 10 de almacenamiento de los datos que definen el modelo del sistema real 60 que se desea analizar. El dispositivo comprende también unos medios 15 de tratamiento que permiten la realización del modelo, y unos medios 20 de comparación del estado del sistema predicho por el modelo y el estado del sistema real. Estos medios 20 y 15 comunican con el sistema real a través de una interfaz de comunicación clásica. Los medios 20 de comparación proporcionan una lista de variables características discordantes que se almacena gracias a los medios de almacenamiento 25. El dispositivo comprende también unos medios 30 de selección, en el modelo, de variables influyentes sospechosas de que pueden haber generado el valor discordante de por lo menos una variable característica discordante. El dispositivo comprende, además, unos medios 40 de filtrado de las variables influyentes sospechosas seleccionadas por los medios 30 de selección, que permiten obtener las variables influyentes sospechosas en número restringido. Las variables influyentes sospechosas iniciales, y las variables influyentes sospechosas en número restringido después del filtrado por los medios 40 de filtrado, están respectivamente almacenadas por los medios de almacenamiento 35 y 45.

20 El procedimiento de la invención, realizado mediante tal dispositivo, puede por lo tanto ventajosamente ser utilizado para el análisis de un sistema industrial dirigido por unos autómatas de control.

25 El conjunto de esta descripción se da a título de ejemplo y no es limitativa de la invención. En particular, la descripción del dispositivo de la invención separa los medios de almacenamiento 10, 25, 35 y 45. Pero se entiende perfectamente que puede ser utilizado un único medio de almacenamiento para estos fines.

30 Por otro lado, el método para obtener el modelo que sirve de base para la realización del procedimiento de la invención, no es limitativo de la invención. Puede ser utilizado cualquier método (adaptación de un modelo conocido, principio del aprendizaje, etc.) que permite conducir a un modelo definido por unas variables características y unas variables influyentes, siendo el conjunto de estas variables distribuido en uno o varios grupos.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento de análisis para emitir un diagnóstico sobre el funcionamiento de un sistema real, estando dicho procedimiento basado en la utilización de un modelo de dicho sistema real, comprendiendo dicho modelo por lo menos dos variables asociadas a unos sensores del sistema real y distribuidas en uno o varios grupos y almacenadas en unos primeros medios (10) de almacenamiento de datos, comprendiendo y estando definido cada uno de dichos grupos por una o varias variables denominadas variables características y reagrupando todas las demás variables, denominadas variables influyentes, que tienen una influencia directa o indirecta sobre el valor de por lo menos una de dichas variables características de dicho grupo, caracterizado por que comprende:
- una etapa (1) de inicialización del modelo en un estado que corresponde a un estado dado del sistema real por medio de primeros medios (15) de tratamiento que comunican con el sistema real a través de una interfaz de comunicación (55),
  - una etapa (2) de creación de una lista, denominada lista de variables discordantes, de variables características cuyo valor predicho por el modelo no está verificado en dicho sistema real, y de almacenamiento de esta lista de variables discordantes en unos segundos medios (25) de almacenamiento de datos, por medio de medios (20) de comparación que comunican con el sistema real a través de la interfaz de comunicación (55), comprendiendo dicha etapa (2) de creación de la lista de variables discordantes:
    - i. una etapa (21) de predicción por el modelo del estado del sistema real a partir de una instrucción de control dada,
    - ii. una etapa (22) de comparación del estado predicho con el estado real del sistema después de la realización de dicha instrucción de control dada,
- y para cada variable característica de dicha lista de variables discordantes, un tratamiento (3) que comprende:
- una etapa (31) de creación de una lista, denominada lista inicial de variables sospechosas, de variables influyentes que pueden haber generado el valor discordante de dicha variable discordante, y de almacenamiento de esta lista inicial de variables sospechosas en unos terceros medios (35) de almacenamiento de datos, por medio de medios (30) de selección,
  - una etapa (32) de creación de una lista, denominada lista restringida de variables sospechosas, por filtrado de dicha lista inicial de variables sospechosas, y de almacenamiento de dicha lista restringida de variables sospechosas en unos cuartos medios (45) de almacenamiento de datos, por medio de medios (40) de filtrado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por que comprende:
- cuando dicha etapa (22) de comparación indica una diferencia entre los valores respectivos de una o varias variables características del estado predicho y los valores respectivos de estas dichas variables características en el estado real del sistema, una etapa (231) de inserción en dicha lista de variables discordantes de las variables discordantes,
  - cuando dicha etapa (22) de comparación no indica ninguna diferencia entre el valor de una variable característica en el estado predicho y el valor de esta variable definidora en el estado real del sistema, una etapa (232) de actualización del modelo para validar su estado.
3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que dicha etapa (31) de creación de una lista inicial de variables sospechosas consiste en seleccionar todas las variables influyentes que forman parte del grupo al que pertenece dicha variable discordante considerada en la etapa (3).
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que dicha etapa (32) de creación de una lista restringida de variables sospechosas consiste en la eliminación de dichas variables sospechosas de dicha lista inicial de variables sospechosas que:
- o bien no generan en el modelo, para cada una de las variables que pertenecen a dicha lista de variables discordantes, ningún valor discordante
  - o bien generan en el modelo, para por lo menos una variable característica que no pertenece a dicha lista de variables discordantes, un valor discordante.
5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que dicha etapa (32) de creación de una lista restringida de variables sospechosas comprende:
- una primera etapa de filtrado (321) por eliminación de dichas variables sospechosas que no generan el valor

discordante de dicha variable discordante considerada en la etapa (3),

- una segunda etapa de filtrado (322) por eliminación de dichas variables sospechosas que:

- 5 i. o bien generan un valor discordante para una o varias variables características diferentes de dicha variable discordante considerada en la etapa (3) y que no pertenecen a dicha lista de variables discordantes,
- 10 ii. o bien no generan ningún valor discordante para una o varias variables características diferentes de dicha variable discordante considerada en la etapa (3) y que pertenece a dicha lista de variables discordantes.

15 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que la etapa (31) de creación de una lista inicial de variables sospechosas comprende un pre-diagnóstico para seleccionar un sub-conjunto de las variables sospechosas de entre las variables influyentes que forman parte del grupo al que pertenece dicha variable discordante considerada en la etapa (3).

7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que, previamente a la etapa (31) de creación de una lista inicial de variables sospechosas, se clasifica dicha lista de variables discordantes.

20 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado por que la clasificación está basada en una relación de orden parcial asociada a un gráfico de dependencia que ordena dichos grupos del modelo, estando colocada en primera posición la variable característica discordante que pertenece al grupo de rango más elevado, y así sucesivamente.

25 9. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que comprende, después de que la etapa (3) de tratamiento se haya repetido para cada una de las variables de dicha lista de variables discordantes, una etapa de investigaciones localizadas.

30 10. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado por que comprende, después de que la etapa (3) de tratamiento se haya repetido para cada una de las variables de dicha lista de variables discordantes, y cuando ha aparecido una nueva variable característica discordante, una etapa suplementaria de filtrado para eliminar todas las variables influyentes sospechosas procedentes de la repetición de la etapa (3) que no generan el valor discordante de dicha nueva variable característica discordante.

35 11. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado por que, siendo denominada una variable influyente primaria una variable influyente sobre la cual no influye ninguna otra variable del mismo grupo, se construye un modelo simplificado a partir del modelo inicial teniendo en cuenta, en cada grupo, sólo unas variables influyentes primarias y unas variables características.

40 12. Procedimiento según la reivindicación 11, caracterizado por que se utiliza dicho modelo simplificado en lugar del modelo inicial en dicha etapa (2) de creación de dicha lista de discordancias.

45 13. Dispositivo de análisis con vistas a emitir un diagnóstico sobre el funcionamiento de un sistema real, estando dicho dispositivo basado en la utilización de un modelo de dicho sistema real, comprendiendo dicho modelo por lo menos dos variables asociadas a unos sensores del sistema real y distribuidas en uno o varios grupos, comprendiendo y estando definido cada uno de dichos grupos por una o varias variables denominadas variables características y reagrupando todas las demás variables, denominadas variables influyentes, que tienen una influencia directa o indirecta sobre el valor de por lo menos una de dichas variables características de dicho grupo, y que realiza el procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, caracterizado por que comprende:

- 50 a. una interfaz de comunicación (55) apta para permitir la comunicación entre el dispositivo de análisis y el sistema real,
- 55 b. unos primeros medios (10) de almacenamiento de los datos que definen el modelo,
- c. unos medios (15) de tratamiento para realizar el modelo, siendo dichos medios (15) de tratamiento aptos para comunicar con el sistema por medio de dicha interfaz de comunicación (55),
- 60 d. unos medios (20) de comparación del estado del sistema predicho por el modelo y el estado del sistema real, siendo dichos medios (20) de comparación aptos para comunicar con el sistema por medio de dicha interfaz de comunicación (55),
- 65 e. unos segundos medios (25) de almacenamiento de una lista de variables características discordantes procedentes de la comparación por dichos medios (20) de comparación,
- f. unos medios (30) de selección, en el modelo, de las variables influyentes sospechosas iniciales que pueden

haber generado el valor discordante de por lo menos una variable característica discordante,

g. unos medios (40) de filtrado de dichas variables influyentes sospechosas iniciales para obtener las variables influyentes sospechosas restringidas,

5 h. unos terceros y cuartos medios de almacenamiento (35) y (45) respectivamente de dichas variables influyentes sospechosas iniciales y de dichas variables influyentes sospechosas restringidas.

10 14. Utilización del procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, para el análisis de un sistema industrial dirigido por unos autómatas de control.

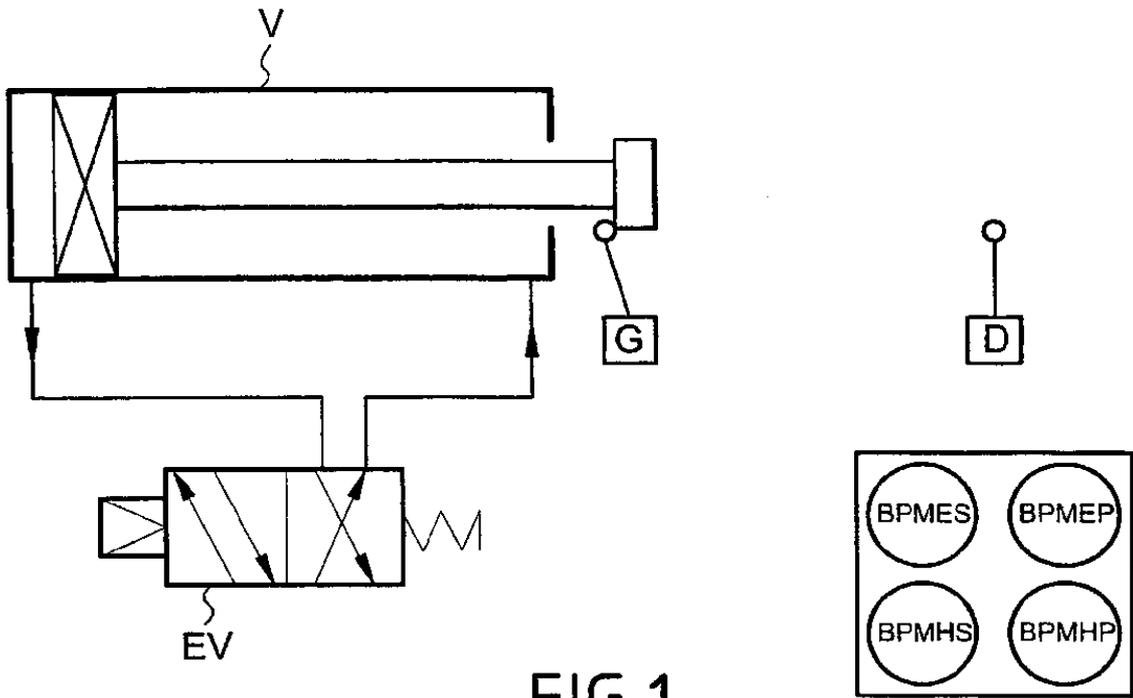


FIG.1

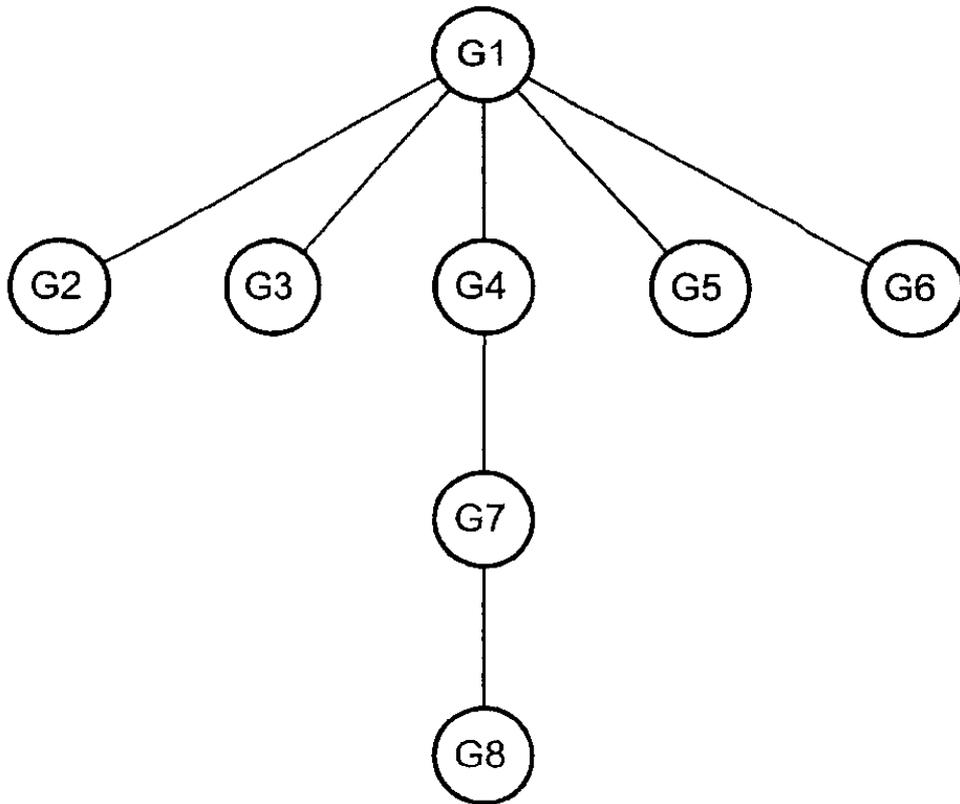


FIG.4

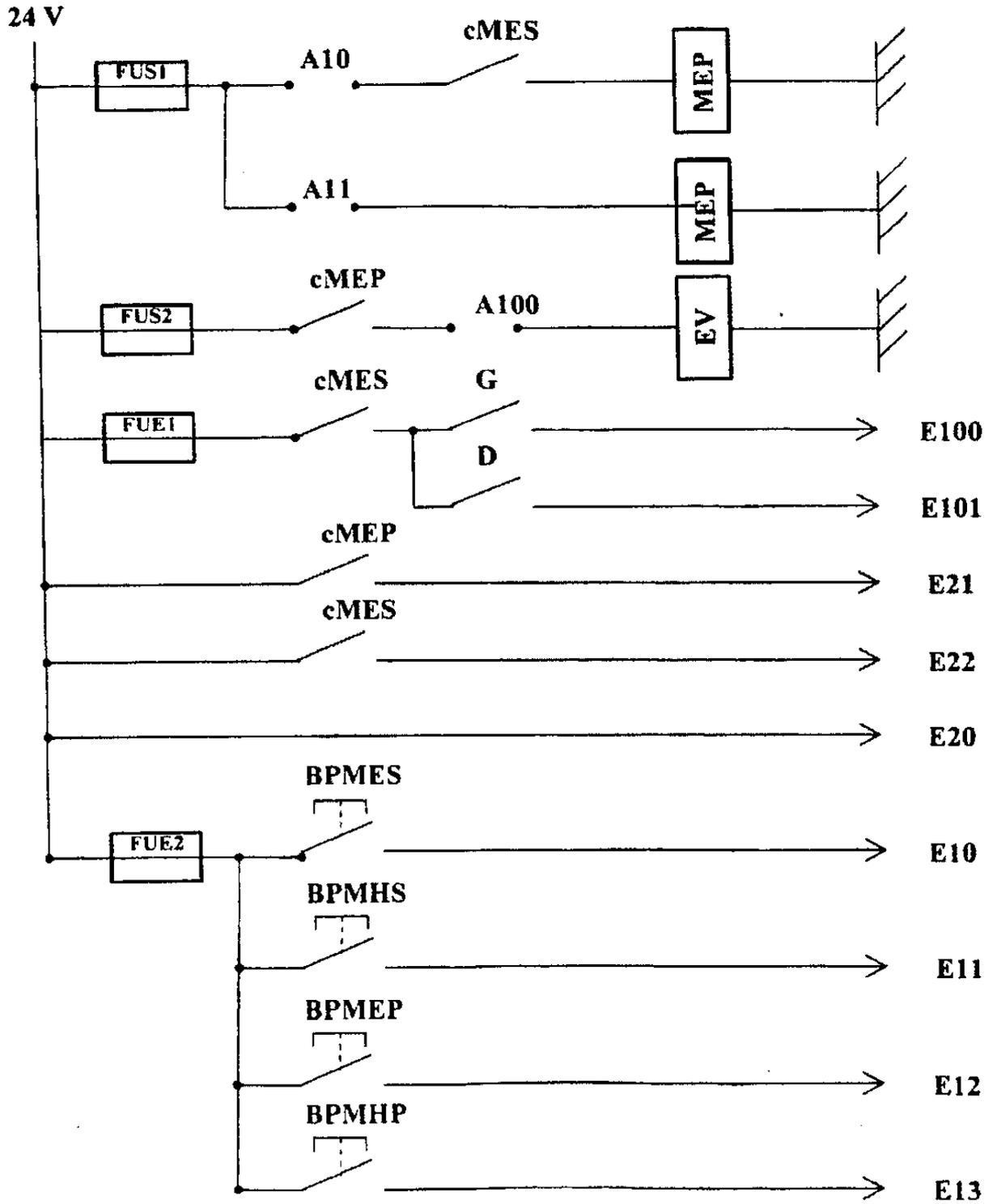


FIG.2

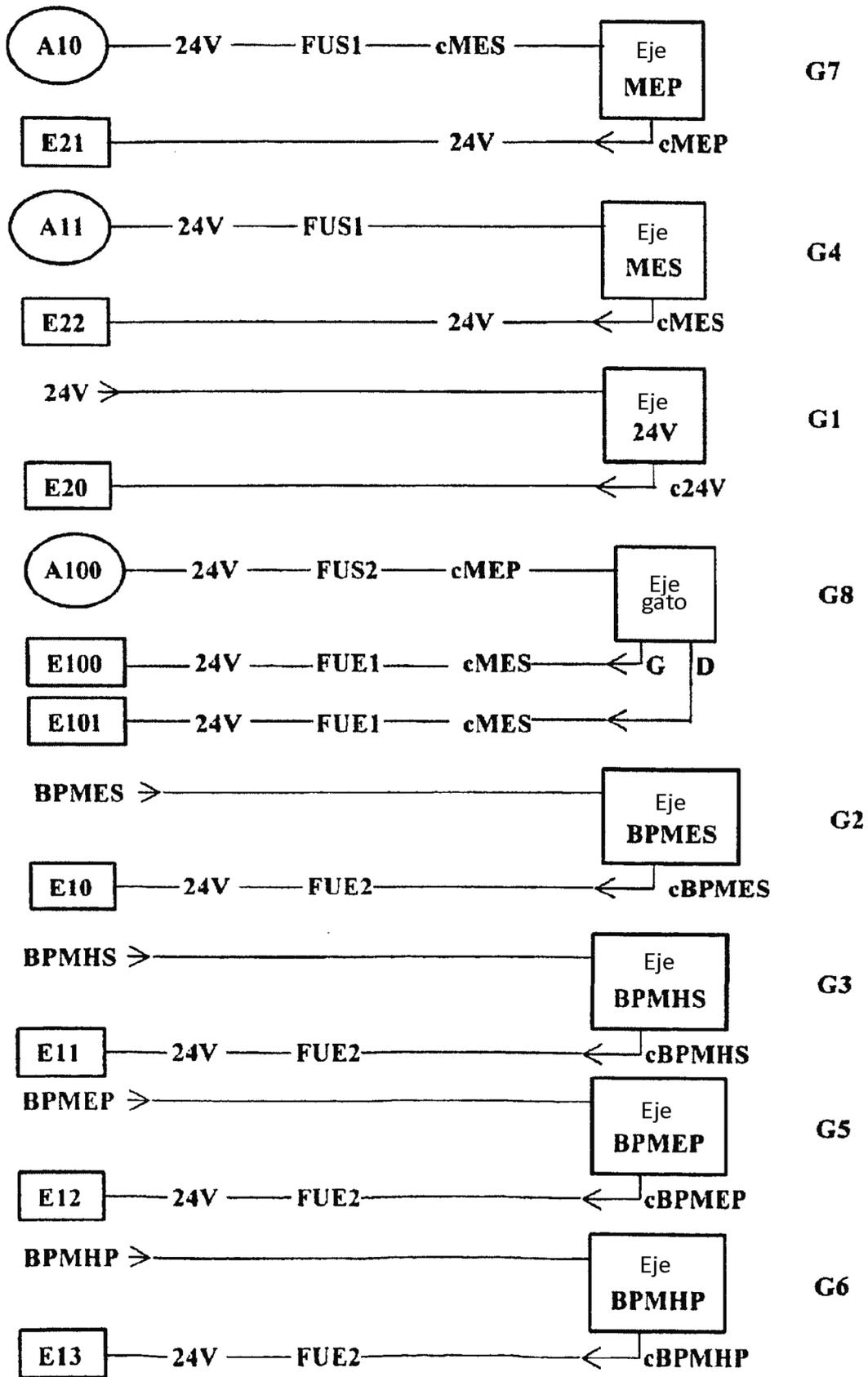


FIG.3A

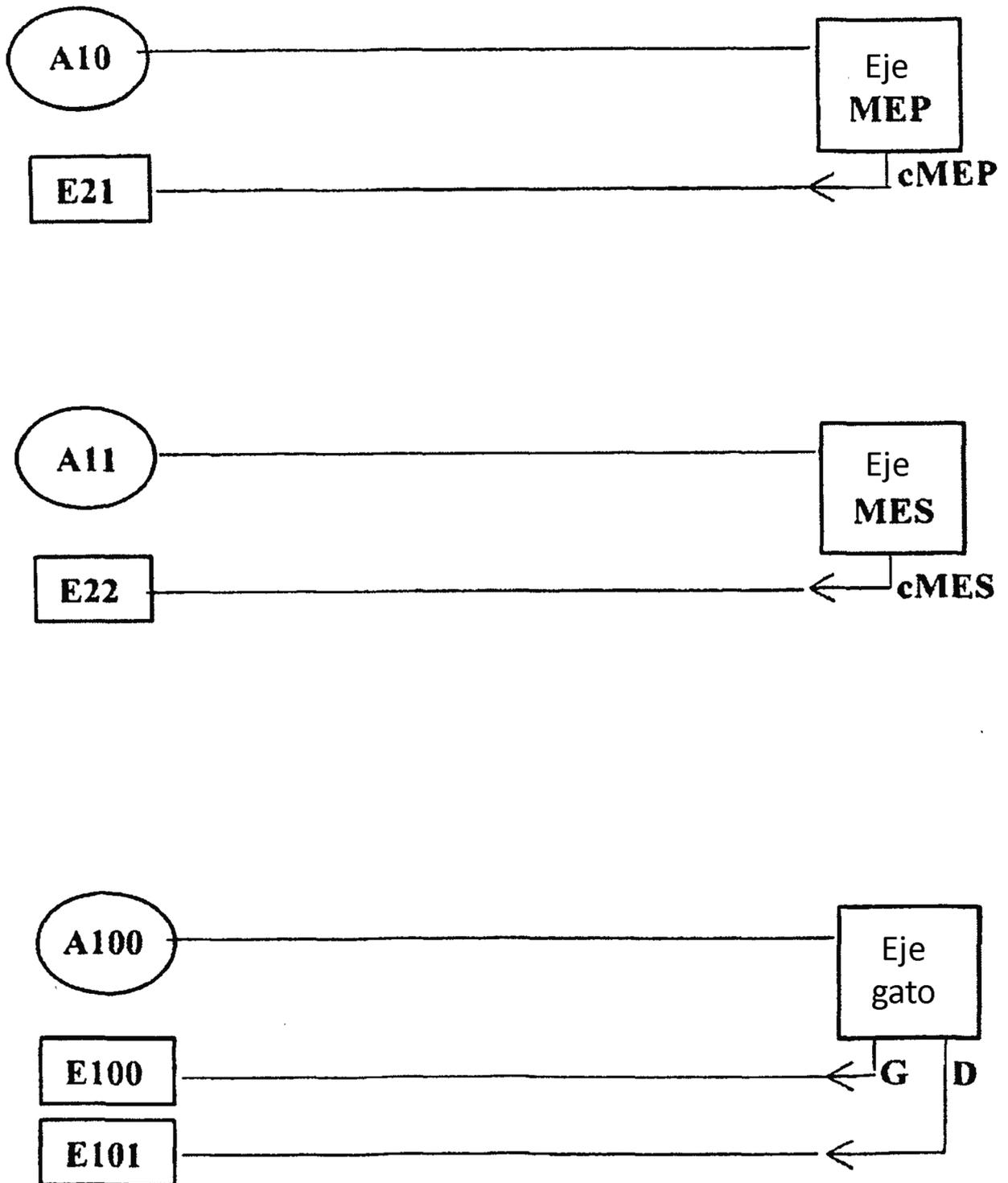


FIG.3B

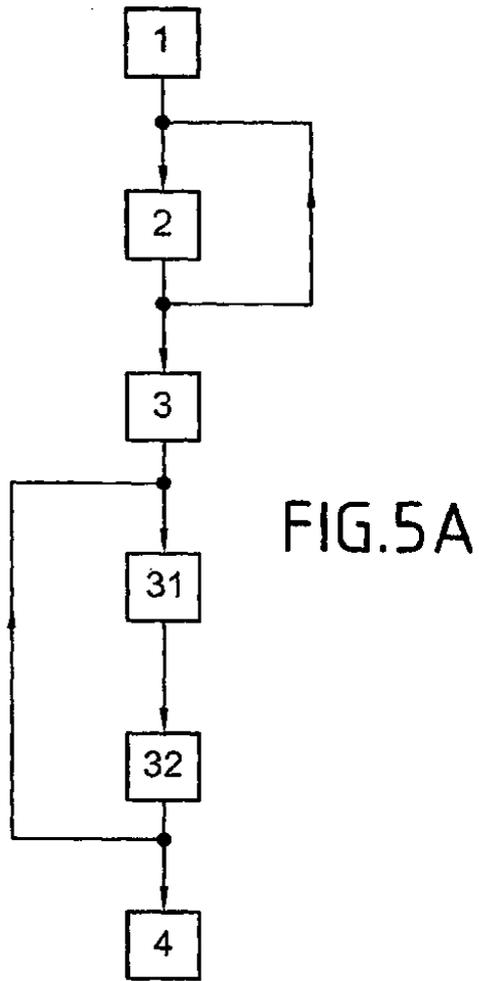


FIG.5A

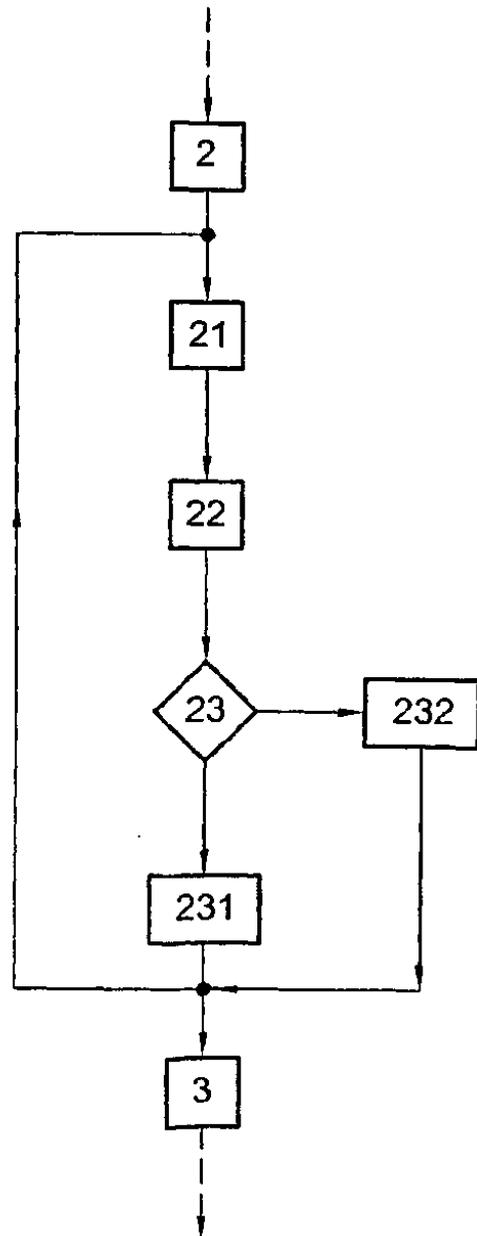
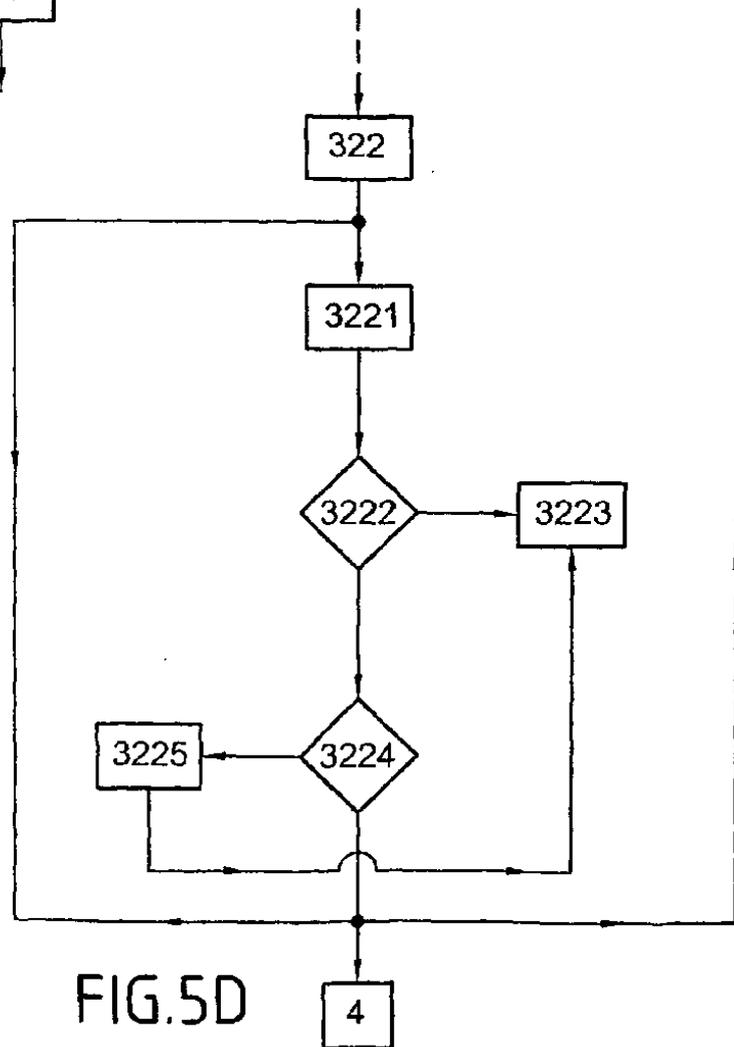
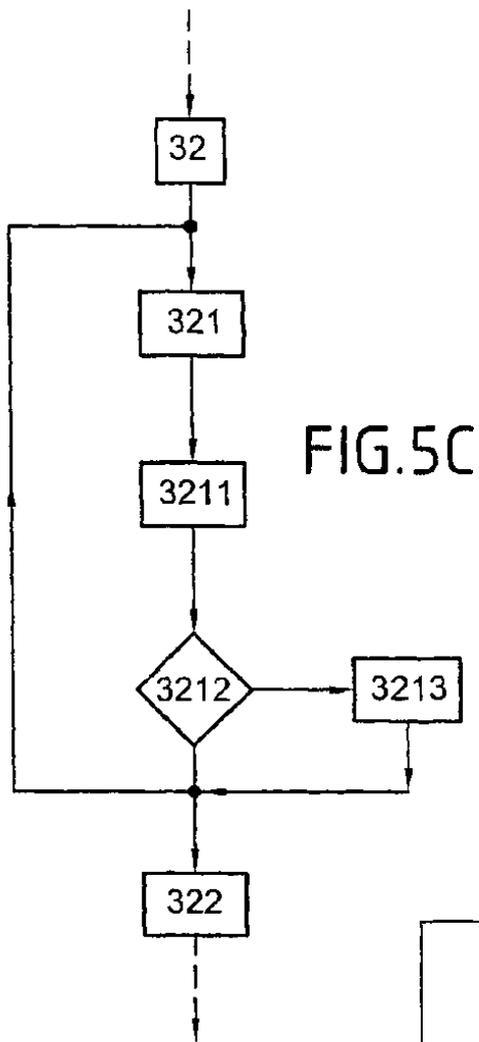


FIG.5B



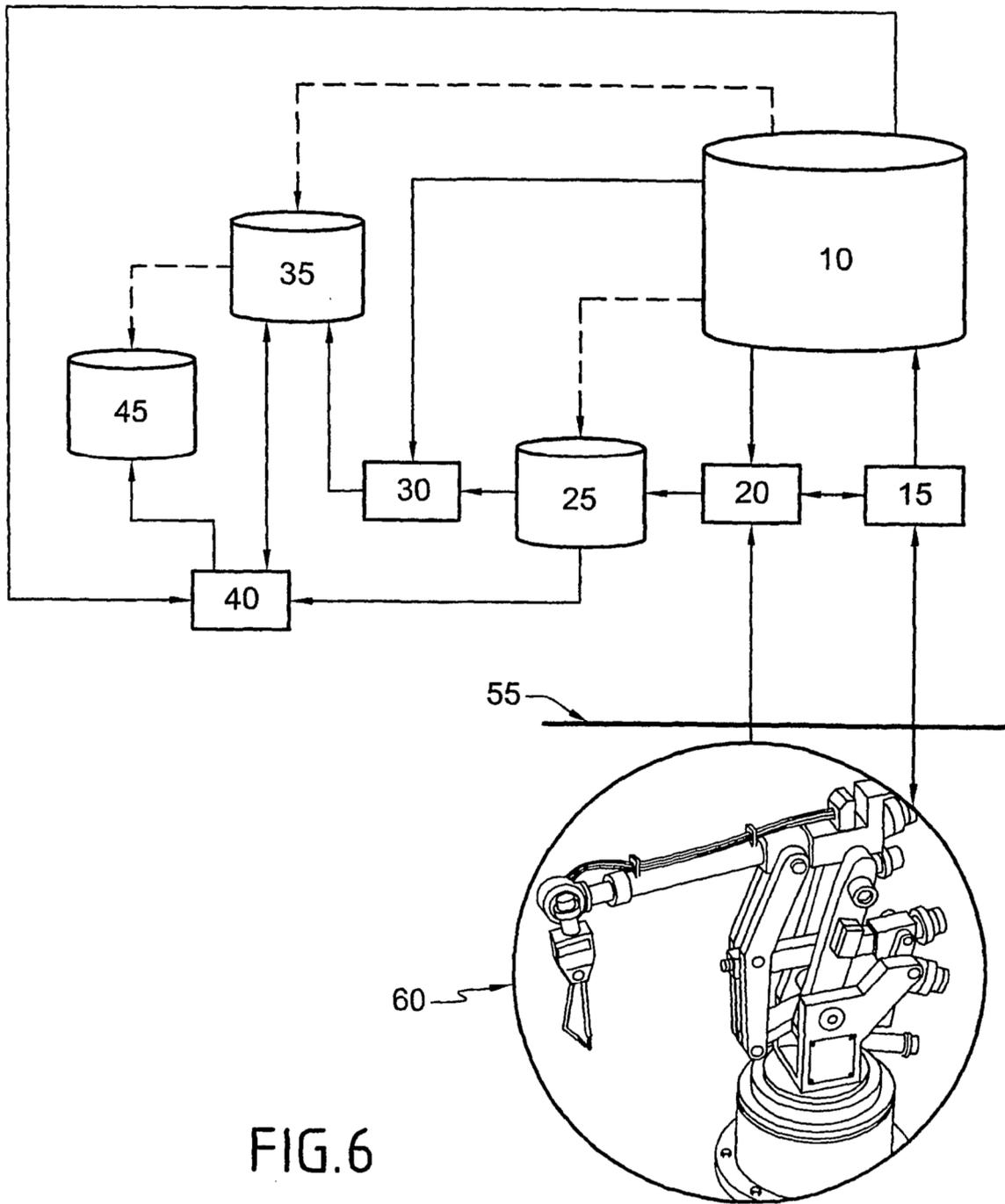


FIG.6