

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 953 580**

51 Int. Cl.:

**G01R 19/165** (2006.01)

**G01R 29/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.01.2019 PCT/FR2019/050085**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.07.2019 WO19141939**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2019 E 19705551 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3740768**

54 Título: **Dispositivo electrónico equipado con una función de autodiagnóstico**

30 Prioridad:

**18.01.2018 FR 1850402**

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

**14.11.2023**

73 Titular/es:

**CROUZET AUTOMATISMES (100.0%)  
12 rue Jean Jullien-Davin Parc d'Activités  
Intercommunal du plateau de Lautagne  
26000 Valence, FR**

72 Inventor/es:

**STEMMELEN, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 953 580 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 electrónico equipado con una función de autodiagnóstico

La invención se refiere a un conjunto que incluye un dispositivo electrónico equipado con una función de autodiagnóstico. La invención también se refiere a:

- 5 – un módulo de autodiagnóstico para la realización de este dispositivo electrónico,
- un procedimiento de autodiagnóstico, y
- un soporte de registro para la implementación de este procedimiento.

Los dispositivos electrónicos conocidos equipados con una función de autodiagnóstico incluyen:

- 10 – un generador capaz de generar en una salida una señal eléctrica discreta que puede únicamente tomar, en un instante dado, un solo estado estable de entre un conjunto discreto de posibles estados estables, siendo elegido este conjunto discreto del grupo que consiste de un conjunto discreto de varias tensiones estables y de un conjunto discreto de varias intensidades estables de corriente, comprendiendo este conjunto discreto de posibles estados estables un primer y un segundo estados estables predeterminados,
- 15 – un módulo de autodiagnóstico capaz de generar una señal de error que indica un fallo, pudiendo este módulo de autodiagnóstico generar esta señal de error al estar conectado únicamente a la salida del generador.

También se conocen detectores de impulsos eléctricos muy cortos por el documento US4857760A. Sin embargo, estos detectores no se utilizan para detectar e indicar signos precursores de fallo.

20 Generalmente, el generador está compuesto por componentes electrónicos montados en un circuito impreso. Con el tiempo, los componentes electrónicos y el circuito impreso están sometidos a numerosas sollicitaciones externas, tales como sollicitaciones térmicas y mecánicas. Estas sollicitaciones externas acaban por desgastar los componentes electrónicos y las pistas eléctricas del circuito impreso. Este desgaste progresivo de los componentes electrónicos del circuito impreso acaba provocando una avería del generador que interrumpe definitivamente su funcionamiento. El módulo de autodiagnóstico permite detectar esta avería definitiva.

25 Sin embargo, sería preferible que el módulo de autodiagnóstico pudiera señalar un error incluso antes de que se produzca la avería definitiva del generador. De hecho, esto es deseable para poder establecer intervenciones de mantenimiento preventivo, para evitar que este generador se averíe definitivamente. Además, un módulo de autodiagnóstico de este tipo debe seguir siendo sencillo de realizar.

Por lo tanto, la invención tiene por objeto un conjunto que incluye un dispositivo electrónico de este tipo según la reivindicación 1.

30 Los modos de realización de este conjunto pueden incluir una o más de las características de las reivindicaciones dependientes.

La invención también tiene por objeto un procedimiento de autodiagnóstico implementado por el dispositivo electrónico reivindicado.

35 Finalmente, la invención también tiene igualmente por objeto un soporte de registro de informaciones legible por un microprocesador para implementar el procedimiento reivindicado.

La invención se comprenderá mejor con la lectura de la siguiente descripción, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, y realizada con referencia a los dibujos en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un dispositivo electrónico equipado con una función de autodiagnóstico;

40 La figura 2 es una ilustración esquemática de un primer modo de realización de un módulo de autodiagnóstico para el dispositivo electrónico de la figura 1;

La figura 3 es un diagrama de flujo de un procedimiento de autodiagnóstico implementado en el dispositivo electrónico de la figura 1;

Las figuras 4 y 5 son gráficos que ilustran la evolución en el tiempo de diversas señales eléctricas del módulo de autodiagnóstico de la figura 2;

45 La figura 6 es una ilustración esquemática de otro modo de realización de un dispositivo electrónico equipado con una función de autodiagnóstico;

La figura 7 es una ilustración esquemática de otro modo de realización del módulo de autodiagnóstico de la figura 2.

Capítulo I: Notaciones y definiciones:

En las figuras se utilizan las mismas referencias para designar los mismos elementos.

5 En el resto de esta descripción, las características y funciones bien conocidas por los expertos en la técnica no se describen en detalle.

Una señal eléctrica "discreta" es una señal eléctrica que no puede tomar, en un instante dado, más que un solo estado estable de entre un conjunto discreto predeterminado de varios estados estables posibles. Esta señal eléctrica discreta puede adoptar a lo largo del tiempo cada uno de los estados estables del conjunto discreto predeterminado. Por el contrario, esta señal eléctrica discreta no puede adoptar un estado estable que no forme parte de este conjunto discreto predeterminado. El conjunto discreto incluye un número acotado y limitado de posibles estados estables.

Por "estado estable" se designa un valor de la señal eléctrica discreta que puede mantenerse constante durante un período de tiempo mayor que el tiempo de transición  $\delta t$  necesario para pasar de un estado estable a otro estado estable. Por "período más largo" se designa un período al menos dos veces, y preferiblemente diez veces o cien veces, mayor que el tiempo  $\delta t$ . Por ejemplo, este período es superior a 1 s, o 5 s, o 10 s, o 1 min.

15 Por "conectar", se designa el hecho de conectar eléctricamente.

Una "conmutación intempestiva" de una señal eléctrica discreta es un basculamiento accidental de un estado estable inicial de esta señal eléctrica discreta hacia otro estado seguido inmediatamente por un retorno a este estado inicial. Una conmutación intempestiva es muy corta, es decir que el basculamiento del estado estable inicial al otro estado y luego el regreso al estado estable inicial se produce en un intervalo de tiempo  $\Delta c$  muy corto. El intervalo  $\Delta c$  es menor que el intervalo más pequeño  $\Delta_{min}$  de tiempo durante el cual la señal eléctrica discreta puede mantener el mismo estado estable en ausencia de fallo y durante un funcionamiento normal. Típicamente, el intervalo  $\Delta c$  es inferior a  $\Delta_{min}/2$  o inferior a  $\Delta_{min}/10$  o  $\Delta_{min}/100$ . Típicamente, el intervalo  $\Delta c$  es inferior a 1 s y, a menudo, inferior a 500  $\mu s$ , o 100  $\mu s$  o 50  $\mu s$ .

25 Un "impulso intempestivo" es una conmutación intempestiva de la señal eléctrica discreta durante la cual el estado de la señal eléctrica discreta pasa desde un estado estable inicial hacia un estado más elevado antes de volver a este estado estable inicial. El estado más elevado corresponde a un valor de la señal eléctrica superior al que tiene en el estado inicial estable. El estado más elevado puede ser otro estado estable más elevado o un estado inestable más elevado.

Aquí, por "estado inestable" se designa un estado de la señal eléctrica discreta que no pertenece al conjunto discreto predeterminado de los posibles estados estables para esta señal eléctrica discreta.

30 Un "corte intempestivo" es una conmutación intempestiva de la señal eléctrica discreta durante la cual el valor de la señal eléctrica discreta cambia de un estado estable inicial a otro estado menos elevado antes de volver a su estado estable inicial. El estado menos elevado corresponde a un valor de la señal eléctrica menos elevado que el que tiene en el estado inicial estable. El estado menos elevado puede ser otro estado estable menos elevado o un estado inestable menos elevado. Típicamente, muy a menudo, en el estado menos elevado, el valor de la señal eléctrica discreta es igual a 0 A o 0 Vdc.

35 Capítulo II: Ejemplos de modos de realización:

La figura 1 representa un dispositivo electrónico 2 de una aeronave. La aeronave es, por ejemplo, un avión o un helicóptero. El dispositivo 2 está equipado:

- con dos bornes 4 y 6 destinados a ser conectados a una fuente 7 de alimentación eléctrica,
- con una salida 8 a través de la cual se emite una señal eléctrica discreta  $SE_g$ ,
- 40 – con una salida 10 a través de la cual se emite una señal discreta  $SE_e$  de diagnóstico que permite señalar un error a partir del análisis de la señal  $SE_g$ , y
- con una entrada 12 para recibir un comando de reinicio.

En la figura 1 solo se han representado el potencial  $V_{cc}$  y la masa (0 Vdc) de la fuente 7. El potencial  $V_{cc}$  es una tensión continua. Está por ejemplo comprendida entre 3 Vdc y 30 Vdc o entre 3 Vdc y 50 Vdc. Aquí, el potencial  $V_{cc}$  es igual a 30 Vdc. La fuente 7 es por ejemplo una red de distribución eléctrica o una batería.

El borne 4 está conectado al potencial  $V_{cc}$  y el borne 6 está conectado a masa.

En este modo de realización, la señal  $SE_g$  puede tomar solo dos estados estables. Estos dos estados estables se denominan en adelante "estado  $V_0$ " y "estado  $V_{30}$ " respectivamente. En los estados  $V_0$  y  $V_{30}$  los valores de la señal  $SE_g$  son iguales, respectivamente, a 0 Vdc y  $V_{cc}$ .

## ES 2 953 580 T3

La señal  $SE_e$  también es una señal eléctrica discreta. En este modo de realización, toma únicamente dos estados estables  $V_0$  y  $V_5$ . El estado  $V_0$  de la señal  $SE_e$  es el mismo que el estado  $V_0$  de la señal  $SE_g$ . En el estado  $V_5$ , el valor de la señal  $SE_e$  es igual a 5 Vdc. En ausencia de fallo, la señal  $SE_e$  está en el estado  $V_5$ . Para señalar un error, la señal  $SE_e$  está en el estado  $V_0$ .

- 5 Para generar las señales  $SE_g$  y  $SE_e$ , el dispositivo 2 incluye, respectivamente, un generador 20 y un módulo 22 de autodiagnóstico. El dispositivo 2 incluye también una etapa 24 de alimentación del generador 20 y una etapa 26 de alimentación del módulo 22 así como un bus 28 de alimentación.

El bus 28 incluye dos conductores eléctricos 30 y 32 conectados de forma directa y permanente, respectivamente, a los bornes 4 y 6.

- 10 La etapa 24 está conectada a los conductores 30 y 32 y produce, a partir de la diferencia de potenciales entre los bornes 4 y 6, la tensión y la corriente necesarias para alimentar y hacer funcionar el generador 20. La etapa 24 permite estabilizar la alimentación del generador 20 y, si es necesario, entregar una tensión de alimentación al generador 20 superior o inferior al potencial Vcc. Con este fin, la etapa 24 incluye típicamente un circuito impreso y componentes electrónicos. Por lo tanto, la etapa 24 es susceptible de presentar fallos que produzcan cortes intempestivos en la alimentación del generador 20 y por lo tanto cortes intempestivos en la señal  $SE_g$ .

Por ejemplo, la etapa 24 incluye un diodo Zener y, opcionalmente, uno o más condensadores para estabilizar la alimentación al generador 20. Un experto en la técnica sabe cómo realizar una etapa de alimentación de este tipo. En consecuencia, la etapa 24 no se describe aquí con más detalle.

- 20 La etapa 26 cumple las mismas funciones que la etapa 24 pero para el módulo 22. Por lo tanto, normalmente se realiza de la misma manera que la etapa 24. En consecuencia, la etapa 26 no se describe aquí con más detalle. La etapa 26 está separada e independiente de la etapa 24. En particular, la etapa 26 puede funcionar correctamente incluso si falla la etapa 24. Además, cualquiera que sea el fallo que afecte al funcionamiento de la etapa 24, no tiene ninguna incidencia sobre el funcionamiento de la etapa 26. Para ello, las etapas 24 y 26 están realizadas cada una con ayuda de sus propios componentes electrónicos.

- 25 El generador 20 incluye una salida 36 en la que se emite la señal  $SE_g$ . Esta salida 36 está directamente conectada a la salida 8. En este ejemplo, el generador 20 es un detector de una magnitud física. La señal  $SE_g$  está en el estado  $V_{30}$  cuando la magnitud física franquea, en un sentido, un umbral predeterminado  $S_1$ . La señal  $SE_g$  está en el estado  $V_0$  cuando esta magnitud física franquea, en el sentido opuesto, un umbral predeterminado  $S_2$ . Aquí, para simplificar la comprensión, los umbrales  $S_1$  y  $S_2$  son iguales para que el generador 20 no presente histéresis.

- 30 La magnitud física detectada puede ser de cualquier naturaleza. Por ejemplo, y de forma no limitativa, esta magnitud física puede ser:

- una magnitud física eléctrica tal como una resistencia eléctrica, una intensidad de corriente o una tensión,
- una magnitud física mecánica tal como un desplazamiento mecánico de una pieza,
- una magnitud física magnética tal como la amplitud y/o la dirección de un campo magnético o de un campo eléctrico,
- 35 y
- una magnitud física óptica como la intensidad luminosa.

El generador 20 típicamente incluye un circuito impreso y componentes electrónicos. Así, el generador 20, al igual que la etapa 24, es susceptible de presentar fallos que produzcan impulsos intempestivos y cortes intempestivos de la señal  $SE_g$ .

Para generar la señal  $SE_g$ , a título ilustrativo, el generador incluye:

- 40
- un transductor 40 que convierte la magnitud física en una señal eléctrica continua representativa del valor de esta magnitud física, y
  - un comparador 42 que compara la señal eléctrica continua con el umbral  $S_1$  para generar la señal  $SE_g$ .

- 45 El módulo 22 detecta un fallo del dispositivo 2 únicamente a partir del análisis de la señal  $SE_g$ . Aquí, el módulo 22 es, por lo tanto, en particular capaz de detectar un fallo de la etapa 24 y del generador 20. Para ello, el módulo 22 detecta conmutaciones intempestivas en la señal  $SE_g$ . En efecto, tales conmutaciones intempestivas son provocadas por el desgaste de los componentes electrónicos y de los circuitos impresos y constituyen signos precursores de una avería definitiva.

El módulo 22 incluye:

- una entrada 44 conectada a la salida 36 para recibir la señal  $SE_g$  a analizar,

## ES 2 953 580 T3

- una salida 46 por la que se emite la señal  $SE_e$ , y
- una entrada 48 de reinicio del módulo 22.

La salida 46 está directamente conectada a la salida 10 del dispositivo 2. La entrada 48 está directamente conectada a la entrada 12 del dispositivo 2. Un modo de realización detallado del módulo 22 se describe con referencia a la figura 2.

5 Aquí, el conjunto de los circuitos impresos y componentes electrónicos del dispositivo 2 está alojado dentro de una misma caja 50. La caja 50 es, por ejemplo, una caja estanca que protege los componentes electrónicos contra el polvo y el agua. Típicamente, el índice de protección de la caja 50 es igual o mejor que el índice IP51 o IP62. Aquí, a modo de ilustración, los componentes electrónicos del generador 20, del módulo 22 y de las etapas 24 y 26 están montados en el mismo circuito impreso.

10 La figura 1 muestra que las salidas 8 y 10 y la entrada 12 están conectadas mediante enlaces cableados, respectivamente 52 a 54, a entradas y salidas respectivas de un sistema electrónico 56 de tratamiento de las señales  $SE_g$  y  $SE_e$ . Por ejemplo, el sistema 56 es capaz, a partir de la señal  $SE_g$ , de producir comandos de otros elementos eléctricos de la aeronave. El sistema 56 también es capaz de tener en cuenta la señal  $SE_e$  durante la construcción de los comandos de los otros elementos de la aeronave. Por ejemplo, el sistema 56 determina a partir de la señal  $SE_g$  si la señal  $SE_g$  es fiable o no y en el caso de que se considere que la señal  $SE_g$  no es fiable, se ignora esta última para construir los comandos de otros elementos de la aeronave. El sistema 56 también aprovecha la señal  $SE_e$  para indicar a un operador de mantenimiento que el generador 20 y/o la etapa 24 muestran signos precursores de fallo.

15 El sistema 56 también es capaz de enviar un comando de inicialización al módulo 22 por medio del enlace 54 y de las entradas 12 y 48. Por ejemplo, esta posibilidad se aprovecha para reiniciar el módulo 22 después de que haya detectado una conmutación intempestiva sin tener que cortar la alimentación del módulo 22 para ello. Después de haber sido reiniciado, el módulo 22 es nuevamente capaz de detectar una nueva conmutación intempestiva.

20 La figura 2 representa un modo de realización del módulo 22. El módulo 22 incluye:

- una etapa 60 de puesta en forma de la señal  $SE_g$ ,
- una etapa 62 para detectar un impulso intempestivo,
- 25 – una etapa 64 para detectar un corte intempestivo, y
- una etapa 66 para generar la señal  $SE_e$ .

La etapa 60 transforma la señal  $SE_g$  en una señal eléctrica conformada  $SE_{mef}$ . Aquí, la señal  $SE_{mef}$  es idéntica a la señal  $SE_g$  excepto en que sus dos estados estables son, respectivamente, los estados  $V_0$  y  $V_5$  en lugar de los estados  $V_0$  y  $V_{30}$ . Además, la puesta en forma también consiste en obtener una señal  $SE_{mef}$  cuyos frentes ascendentes y descendentes son los más verticales posible.

30 Aquí, la etapa 60 incluye:

- una resistencia R2 conectada entre la entrada 44 y el potencial  $V_{cc}$ , y
- un transistor MOSFET (transistor de efecto de campo de rejilla aislada) T1, cuya rejilla está conectada directamente a la entrada 44.

35 La fuente del transistor T1 está conectada a masa y su drenaje está conectado a un potencial de 5 Vdc por medio de una resistencia R1.

El drenaje del transistor T1 también está conectado a un inversor U1.1 cuya salida entrega la señal  $SE_{mef}$ .

40 El transistor T1 conduce si la tensión  $V_{GS}$  entre su rejilla y su fuente es mayor que un umbral predeterminado  $V_{TH}$ . Por el contrario, si la tensión  $V_{GS}$  es inferior al umbral  $V_{TH}$ , el transistor T1 no conduce. Cuando el transistor T1 conduce, la corriente puede atravesarle yendo desde el drenaje hacia su fuente.

La etapa 62 genera una señal eléctrica  $SE_i$  que está en el estado  $V_5$  mientras no se haya detectado un impulso intempestivo. Tan pronto como se detecta un impulso intempestivo en la señal  $SE_g$ , la etapa 62 señala un error basculando inmediatamente la señal  $SE_i$  a su estado estable  $V_0$ .

45 A este efecto, la etapa 62 incluye una báscula monoestable U3.1, cuya entrada B está conectada directamente a la salida del inversor U1.1. Esta báscula U3.1 también incluye una salida Q en la que se emite una señal de reloj  $S_H$ . La señal  $S_H$  es una señal eléctrica discreta que sólo puede tomar los dos estados estables  $V_0$  y  $V_5$ . La señal  $S_H$  toma el estado  $V_0$  mientras la señal  $SE_{mef}$  no presente un frente ascendente. En respuesta a un frente ascendente en la señal  $SE_{mef}$ , la señal  $S_H$  cambia del estado  $V_0$  al estado  $V_5$  y luego permanece en el estado  $V_5$  durante un intervalo de tiempo  $\Delta 3.1$ . Cuando ha transcurrido el intervalo  $\Delta 3.1$ , la señal  $S_H$  vuelve a caer automática y sistemáticamente al estado  $V_0$ .

Aquí, la báscula U3.1 es una báscula monoestable que no es activable o que no se puede rearmar. Así, después de haber sido activada por un primer frente ascendente de la señal  $SE_{mef}$ , incluso si se produce un segundo frente ascendente en la señal  $SE_{mef}$  antes del final del intervalo  $\Delta 3.1$ , el instante en que la señal  $S_H$  vuelve al estado  $V_0$  permanece sin cambios.

5 El intervalo  $\Delta 3.1$  es mayor que el intervalo  $\Delta c$  de un impulso intempestivo, es decir mayor que la duración máxima de un impulso intempestivo. Por ejemplo, aquí el intervalo  $\Delta 3.1$  es mayor de  $50 \mu s$  o  $100 \mu s$ . El intervalo  $\Delta 3.1$  es también menor que el intervalo  $\Delta_{min}$ , es decir menor que la duración mínima durante la cual la señal eléctrica  $SE_g$  conserva su estado  $V_{30}$ . Aquí, el intervalo  $\Delta 3.1$  es inferior a 1 s. Por ejemplo, el intervalo  $\Delta 3.1$  es igual a  $100 \mu s$ .

10 La etapa 62 también incluye una báscula U4.1. La báscula U4.1 es una báscula JK. La entrada J de la báscula U4.1 está conectada a la salida del inversor U1.1 por medio de un inversor U1.2. La entrada K está conectada a masa. La entrada de señal de reloj de la báscula U4.1 está conectada directamente a la salida Q de la báscula U3.1 para recibir la señal  $S_H$ . La báscula U4.1 también incluye una entrada RST que está conectada a la entrada 48. Esta entrada RST se utiliza para volver a inicializar la báscula U4.1 y, por lo tanto, para detectar un nuevo impulso intempestivo.

La báscula U4.1 tiene una salida 70 a través de la cual se emite la señal  $SE_i$ .

15 En respuesta a un frente descendente en la señal  $S_H$ , la báscula U4.1 compara el estado actual de la señal eléctrica recibida en su entrada J con el estado actual recibido en su entrada K. Si en este instante, los estados actuales en las entradas J y K son, respectivamente, los estados  $V_5$  y  $V_0$ , entonces la salida 70 bascula hacia el estado  $V_0$ . Por el contrario, si en este instante los estados actuales de las entradas J y K son ambos iguales al estado  $V_0$ , entonces la salida 70 conserva su valor anterior. La báscula U4.1 es por tanto capaz de memorizar la detección de un impulso intempestivo hasta que sea reiniciada.

20 A la puesta bajo tensión o después de un comando de reinicio recibido en su entrada RST, la salida 70 bascula hacia el estado  $V_5$ . Así, mientras la etapa 62 no haya detectado un impulso intempestivo, la señal  $SE_i$  está en el estado  $V_5$ . Tan pronto como se detecta un impulso intempestivo, el estado de la señal  $SE_i$  bascula hacia el estado  $V_0$  y permanece en este estado  $V_0$  hasta la siguiente puesta bajo tensión o hasta que se recibe un comando de reinicio.

25 La etapa 64 genera una señal  $SE_c$  en el estado  $V_5$  siempre que no se haya detectado un corte intempestivo. Si se detecta un corte intempestivo, la etapa 64 señala este error basculando inmediatamente la señal  $SE_c$  a su estado  $V_0$ . En este modo de realización, la etapa 64 es idéntica a la etapa 62 excepto porque incluye un inversor adicional U1.3 que invierte la señal  $SE_{mef}$  antes de que sea transmitida a la báscula monoestable y a la báscula JK. En la etapa 64, la báscula U3.1, la báscula U4.1 y el inversor U1.2 llevan, respectivamente, las referencias digitales U3.2, U4.2 y U1.4. La entrada del inversor U1.3 está directamente conectada a la salida del inversor U1.1 y su salida está directamente conectada a la entrada B de la báscula U3.2 y a la entrada del inversor U1.4. El intervalo  $\Delta 3.1$  se denomina "intervalo  $\Delta 3.2$ " en el caso de la etapa 64. Aquí, los intervalos  $\Delta 3.1$  y  $\Delta 3.2$  son iguales.

30 La etapa 66 genera la señal eléctrica  $SE_e$  a partir de las señales eléctricas  $SE_i$  y  $SE_c$ . Más específicamente, la etapa 66 bascula la señal  $SE_e$  al estado  $V_0$  tan pronto como se detecta al menos un impulso intempestivo o un corte intempestivo en la señal  $SE_g$ . Para ello, la etapa 66 incluye una puerta lógica U2.1 que genera a la salida una señal que corresponde a la operación lógica "NAND-AND" entre las señales  $SE_i$  y  $SE_c$ . La salida de la puerta U2.1 está conectada a la salida 46 a través de un inversor U2.2.

40 En la figura 2, los voltímetros VM0.2, VM0.3, VM1.0, VM1.1, VM1.2, VM2.0, VM2.1, VM2.2 y VM3.3 representan los lugares donde se miden las tensiones que llevan las mismas referencias numéricas en los gráficos de las figuras 4 y 5. Se observará que las tensiones VM0.2, VM1.0, VM1.1, VM1.2, VM2.2 y VM3.0 corresponden, respectivamente, a las señales  $SE_g$ ,  $SE_{mef}$ ,  $S_H$ ,  $SE_i$ ,  $SE_c$  y  $SE_e$ .

A continuación se describirá el funcionamiento del dispositivo 2 con ayuda de la figura 3 y de los gráficos de las figuras 4 y 5.

45 En los gráficos de las figuras 4 y 5, el eje de abscisas está graduado en segundos. El eje de abscisas es común a las distintas señales eléctricas representadas en cada uno de los gráficos. Los ejes de ordenadas están graduados en voltios. Un eje de ordenadas respectivo está asociado con cada señal eléctrica representada. Las figuras 4 y 5 corresponden a los casos en los que las señales  $SE_g$  generadas incluyen, respectivamente, un impulso intempestivo y un corte intempestivo. Las señales eléctricas representadas en estas figuras corresponden a las medidas por los voltímetros marcados en la figura 2 con ayuda de la misma referencia numérica.

50 Inicialmente, se ejecuta una fase 78 de inicialización. Esta fase 78 se ejecuta al menos durante la puesta bajo tensión del módulo 22. Durante esta fase 78, las básculas U4.1 y U4.2 se inicializan para que las señales  $SE_i$  y  $SE_c$  estén en sus estados  $V_5$ .

Luego, durante una etapa 80, el generador 20 genera continuamente la señal  $SE_g$  en función de la magnitud física medida.

Paralelamente, durante una etapa 82, la señal  $SE_g$  es adquirida por el módulo 22 y puesta en forma por la etapa 60. La señal  $SE_{mef}$  se transmite a las etapas 62 y 64 de detección.

Durante una etapa 84, en respuesta a un frente ascendente en la señal  $SE_g$ , la etapa 62 activa un temporizador que descuenta el intervalo  $\Delta 3.1$ . Aquí, es la báscula U3.1 la que realiza esta función de temporizador. En la figura 4, la activación del temporizador se produce en un instante  $t_1$ .

5 Luego, durante una etapa 86, al final del intervalo  $\Delta 3.1$ , es decir en la figura 4 en un tiempo  $t_2$ , la etapa 62 compara el estado actual de la señal  $SE_g$  con su estado inicial, es decir aquí en el estado  $V_0$ . Esta comparación la realiza aquí la báscula U4.1.

10 Si en el instante  $t_2$  la señal  $SE_g$  se encuentra en el estado  $V_0$ , esto significa que se trata de un impulso intempestivo. En este caso, durante una etapa 88, la báscula U4.1 hace bascular su salida 70 hacia el estado  $V_0$ . En respuesta, siempre durante la etapa 88, la señal  $SE_e$  también bascula al estado  $V_0$  para señalar la presencia de este impulso intempestivo y por lo tanto este fallo al sistema 56 de tratamiento.

15 Por el contrario, si en el instante  $t_2$  el estado actual de la señal  $SE_g$  es el estado  $V_5$ , y por tanto diferente del estado  $V_0$ , esto significa que no se trata de un impulso intempestivo sino de un cambio de estado de la señal  $SE_g$ . En este caso, el estado de la señal  $SE_i$  permanece sin cambios. Por lo tanto, si hasta el momento no se ha señalado ningún impulso intempestivo, la señal  $SE_i$  permanece en el estado  $V_5$ . Por el contrario, si ya se ha detectado un impulso intempestivo, la señal  $SE_i$  permanece en el estado  $V_0$ .

Las etapas 82 a 88 se repiten en bucle.

En paralelo de las etapas 84 a 88, durante una etapa 90, en respuesta a un frente descendente en la señal  $SE_g$ , la etapa 64 activa un temporizador que descuenta el intervalo  $\Delta 3.2$ . Aquí, es la báscula U3.2 la que realiza esta función de temporizador. En la figura 5, la activación del temporizador se produce en el momento  $t_3$ .

20 Durante una etapa 92, al final del intervalo  $\Delta 3.2$ , es decir en la figura 5 en el instante  $t_4$ , la etapa 64 compara el estado actual de la señal  $SE_g$  con su estado inicial, es decir aquí en el estado  $V_5$ . Esta comparación la realiza la báscula U4.2.

25 Durante una etapa 94, si en el instante  $t_4$ , el estado actual de la señal  $SE_g$  es el estado  $V_5$ , esto significa que se trata de un corte intempestivo. En este caso, en respuesta, la báscula U4.2 cambia inmediatamente su salida al estado  $V_0$ . En respuesta, siempre durante la etapa 94, la señal  $SE_e$  también cambia al estado  $V_0$  para señalar la presencia de este corte intempestivo y por lo tanto este fallo al sistema 56.

30 Por el contrario, si en el instante  $t_4$  el estado actual de la señal  $SE_g$  es el estado  $V_0$ , y por tanto diferente del estado  $V_5$ , esto significa que no se trata de un corte intempestivo sino de un cambio de estado de la señal  $SE_g$ . En este caso, el estado de la señal  $SE_g$  permanece sin cambios. Por tanto, si hasta el momento no se ha señalado ningún corte intempestivo, la señal  $SE_c$  permanece en el estado  $V_5$ . Por el contrario, si ya se ha detectado un corte intempestivo, la señal  $SE_c$  permanece en el estado  $V_0$ .

Las etapas 90 a 94 se repiten en bucle.

Paralelamente a las etapas precedentes, durante una etapa 100, el sistema 56 trata las señales  $SE_g$  y  $SE_e$ . Por ejemplo, la señal  $SE_g$  se usa para controlar otro elemento de la aeronave y la señal  $SE_e$  se usa para señalar un fallo del generador 20 o de la etapa 24 que requiere la implementación de una operación de mantenimiento preventivo.

35 La figura 6 representa un dispositivo electrónico 110 equipado con una función de autodiagnóstico. El dispositivo 110 es idéntico al dispositivo 2 excepto en que el módulo 22 y la etapa 26 de alimentación están alejados a la proximidad del sistema 56 de tratamiento. En este caso, el módulo 22 puede estar muy lejos del generador 20. Por ejemplo, el módulo 22 está ubicado a más de 1 m o 10 m del generador 20. En esta realización, el módulo 22 y la etapa 26 ya no se encuentran dentro de la caja 50 sino fuera de esta caja. Por lo tanto, el módulo 22 es mecánicamente independiente del generador 20  
40 en este modo de realización. El módulo 22 también se puede colocar en la misma caja que contiene el sistema 56, o incluso se puede hacer en el mismo circuito impreso que el sistema 56. En este modo de realización, el módulo 22 también es más sensible a un fallo en el enlace cableado 52 que conecta el generador 20 al sistema 56.

45 La figura 7 muestra un módulo 120 de autodiagnóstico. Este módulo 120 funciona como el módulo 22, excepto en que está realizado con ayuda de un microprocesador programable 122 capaz de ejecutar instrucciones grabadas en una memoria 124. Para ello, la memoria 124 incluye las instrucciones necesarias para la ejecución de las etapas 82 a 94 del procedimiento de la figura 3.

Capítulo III: variantes:

Variantes del módulo de autodiagnóstico:

50 En una variante, se omite la etapa 60. Esto es posible, por ejemplo, si la señal  $SE_g$  no necesita ser conformada y puede transmitirse directamente a las etapas 62 y 64 de detección. Por ejemplo, aquí se puede omitir la etapa 60 si los dos estados estables de la señal  $SE_g$  son los estados  $V_0$  y  $V_5$ .

- El papel de los frentes ascendente y descendente se puede invertir. En este caso, el módulo de autodiagnóstico debe adaptarse en consecuencia. Por ejemplo, el temporizador se puede activar en un frente descendente en lugar de en un frente ascendente. En este caso, se reemplaza la báscula monoestable U3.1 por una báscula monoestable activada por un frente descendente y se introduce un inversor para invertir únicamente la señal eléctrica recibida en la entrada B de esta báscula monoestable. De manera similar, la comparación realizada por la báscula JK puede activarse en respuesta a un frente ascendente y no en respuesta a un frente descendente. En este caso, la entrada de la señal de reloj de la báscula U4.1 está conectada a la salida  $\bar{O}$  de la báscula monoestable U3.1.
- En una variante, la señal  $SE_g$  puede tomar más de dos estados estables diferentes. Por ejemplo, la señal  $SE_g$  toma más de tres o cuatro o cinco estados estables diferentes. En este caso, por ejemplo, la etapa de puesta en forma se modifica para convertir la señal  $SE_g$  que toma más de dos estados estables en una señal eléctrica discreta puesta en forma  $SE_{mef}$  que solo toma dos estados estables. Por ejemplo, en respuesta a un frente ascendente en la señal  $SE_g$ , la  $SE_{mef}$  cambia del estado  $V_0$  al estado  $V_5$ . En respuesta a un frente descendente en la señal  $SE_g$ , la señal  $SE_{mef}$  cambia del estado  $V_5$  al estado  $V_0$ . A continuación, esta señal  $SE_{mef}$  es tratada por las etapas 62 y 64 como se ha descrito anteriormente.
- Las entradas 12 y 48 y el enlace 54 se pueden omitir. En este caso, el módulo 22 no se puede reiniciar automáticamente después de su puesta bajo tensión por el sistema 56. En consecuencia, si el módulo 22 ha detectado una conmutación intempestiva, mientras no se corte la alimentación del módulo 22, la señal  $SE_e$  señala permanentemente este fallo aunque ya haya desaparecido.
- En otro modo de realización, la báscula U3.1 o U3.2 o ambas pueden ser reemplazadas por básculas monoestables que se pueden rearmar o reactivar. En este caso, cada vez que se produce un nuevo frente ascendente en la señal  $SE_{mef}$ , el temporizador se vuelve a inicializar y se vuelve a activar.
- En una variante, los intervalos  $\Delta 3.1$  y  $\Delta 3.2$  son diferentes entre sí. Esto puede ser útil si el intervalo  $\Delta c$  de un impulso intempestivo es diferente del intervalo  $\Delta c$  de un corte intempestivo.
- Es posible simplificar el módulo 22 para que solo sea capaz de detectar los impulsos intempestivos o solo sea capaz de detectar cortes intempestivos. Por ejemplo, se omiten la etapa 64 y la etapa 66 y la salida 70 se conecta directamente a la salida 46. En este caso, el módulo 22 es únicamente apto para detectar un impulso intempestivo.
- En el caso del módulo 120, la señal  $SE_g$  se puede grabar en un archivo digital. Luego, el archivo digital se transmite y graba, por ejemplo, en la memoria 124. Más tarde, cuando el generador 20 ya no genera la señal  $SE_g$ , el módulo 120 analiza este archivo digital como se describe, por ejemplo, con referencia a la figura 3 para detectar conmutaciones intempestivas.
- 30 Variantes del generador:
- Alternativamente, el generador puede presentar una histéresis. Para ello, los umbrales  $S_1$  y  $S_2$  descritos anteriormente tienen valores diferentes.
- El generador 20 no es necesariamente un detector de una magnitud física. En la práctica, el generador 20 puede ser cualquier circuito electrónico que genere en una de sus salidas una señal eléctrica discreta. Por ejemplo, el generador puede ser un modulador de ancho de pulso. En este caso, la señal  $SE_g$  es una señal eléctrica modulada según el principio de modulación por ancho de pulso, también conocido por las siglas PWM ("Pulse Width Modulation"). En este caso, la duración del intervalo  $\Delta 3.1$  o  $\Delta 3.2$  es menor, y preferiblemente al menos dos veces menor, que la duración del pulso más pequeño que este modulador puede generar. En otro ejemplo, el generador es un reloj y la señal  $SE_g$  es una señal eléctrica discreta periódica que incluye frentes ascendentes o descendentes periódicos.
- 40 En otro ejemplo, el generador es un detector de valor analógico fuera de rango. Por ejemplo, el rango de valores permitido para la señal analógica es  $[S_b; S_h]$ . En este caso, el generador incluye dos comparadores que comparan continuamente el valor de la señal analógica, respectivamente, con el umbral alto  $S_h$  y con el umbral bajo  $S_b$ . Tan pronto como se franquea uno de estos umbrales, el generador modifica el estado de la señal  $SE_g$ .
- 45 En el caso de que la magnitud física sea un desplazamiento mecánico de una pieza, el transductor 40 es por ejemplo un simple interruptor desplazado por esta pieza entre un estado abierto en el que la resistencia eléctrica del transductor 40 toma un valor  $R_1$  y un estado cerrado en que esta resistencia eléctrica toma un valor diferente  $R_2$ . En este caso, el comparador 42 puede sustituirse por una simple diferencia de potenciales aplicada entre los bornes del interruptor y conectando la salida 36 a uno de sus bornes.
- Si la magnitud física a medir es una magnitud física eléctrica, se puede omitir el transductor 40.
- 50 La señal  $SE_g$  también puede ser una corriente, suministrada o absorbida por el generador. En particular, el generador puede variar la intensidad de una corriente absorbida entre dos estados estables modificando, por ejemplo, su resistencia interna. El generador también puede incluir una fuente de corriente capaz de variar la intensidad de la corriente suministrada entre dos estados estables. En estos casos, cada estado estable corresponde a una intensidad diferente de esta corriente. Todo lo que se ha descrito aquí también se aplica a tal señal  $SE_g$ . Por ejemplo, para esto, la etapa 60 de

puesta en forma convierte además la intensidad de la señal  $SE_g$  en una tensión correspondiente antes de transmitir la señal  $SE_{mef}$  a las etapas 62 y 64.

Otras variantes:

5 En una variante, la etapa de alimentación es común al generador 20 y al módulo 22. Por ejemplo, la etapa 24 también alimenta el módulo 22. En este caso, se puede omitir la etapa 26.

El dispositivo electrónico se puede instalar y utilizar en cualquier otro lugar que no sea una aeronave. Por ejemplo, también se puede instalar en el interior de un vehículo automóvil o ferroviario. También se puede instalar en entornos fijos, como el interior de una central nuclear o de una residencia o de una fábrica.

Capítulo IV: ventajas:

10 Los inventores han observado que el desgaste de los componentes electrónicos y del circuito impreso es la causa de las conmutaciones intempestivas en la señal eléctrica generada por el generador y esto generalmente mucho antes de que este generador se averíe definitivamente. Además, dado que estas conmutaciones intempestivas de la señal  $SE_g$  son muy cortas, a menudo pasan desapercibidas y, en general, no perturban el funcionamiento del sistema 56 de tratamiento.

15 Los módulos de autodiagnóstico aquí descritos permiten detectar estas conmutaciones intempestivas y señalarlas. Desde entonces, es posible informar de un fallo del generador mucho antes de que se averíe definitivamente. Además, el dispositivo electrónico es simple de realizar porque solo usa un temporizador y un comparador para detectar un fallo del generador. En particular, el módulo de autodiagnóstico no utiliza integrador o derivador para detectar un fallo del generador.

20 Finalmente, a diferencia de ciertos módulos de autodiagnóstico conocidos, las conmutaciones intempestivas detectadas aquí no se generan voluntariamente para probar el correcto funcionamiento del generador. Por lo tanto, el módulo de autodiagnóstico está desprovisto de generador de conmutaciones intempestivas y no utiliza dichas conmutaciones intempestivas generadas voluntariamente.

25 El hecho de utilizar una etapa de alimentación para alimentar el generador distinta de la utilizada para alimentar el módulo de autodiagnóstico también permite detectar conmutaciones intempestivas provocadas por el envejecimiento y desgaste de la etapa 24. Por otra parte, esto permite disponer de un bloque electrónico, formado por el módulo de autodiagnóstico y su etapa de alimentación, que puede ser embarcado o remoto.

**REIVINDICACIONES**

1. Conjunto que incluye:

- un dispositivo electrónico equipado con una función de autodiagnóstico, incluyendo este dispositivo:
  - un generador (20) adaptado para generar en una salida una señal eléctrica discreta que solo puede asumir, en un momento dado, un solo estado estable de entre un conjunto discreto de posibles estados estables, siendo elegido dicho conjunto discreto del grupo constituido de un conjunto discreto de una pluralidad de tensiones estables y de un conjunto discreto de una pluralidad de intensidades estables de corriente, incluyendo este conjunto discreto de posibles estados estables un primer y un segundo estado estable predeterminados,
  - un módulo (22; 120) de autodiagnóstico capaz de generar una señal de error que indica un fallo, siendo este módulo de autodiagnóstico capaz:
    - de generar esta señal de error al estar conectado solo a la salida del generador, y
    - de activar un temporizador en respuesta al paso de la señal eléctrica discreta del primer estado estable a otro estado, descontando el temporizador un intervalo de tiempo predeterminado desde el momento en que es activado,

caracterizado por que:

- el módulo (22; 120) de autodiagnóstico también es apto:
  - en el instante en que haya transcurrido el intervalo de tiempo descontado por el temporizador, para comparar el estado actual de la señal eléctrica discreta con el primer estado estable, y
  - si el estado actual es igual al primer estado estable, para provocar la generación de la señal de error y, alternativamente, si el estado actual es diferente del primer estado estable, para inhibir esta activación de la señal de error, y
  - el conjunto también incluye un sistema electrónico (56) de tratamiento de señales apto, aprovechando la señal de error generada por el módulo de autodiagnóstico, para indicar a un operario de mantenimiento que el generador presenta signos precursores de fallo.

2. Conjunto según la reivindicación 1, en el que el dispositivo electrónico incluye:

- una primera etapa (24) de alimentación del generador apto para generar, a partir de una diferencia de potenciales, la tensión y la corriente necesarias para el funcionamiento del generador, y
- una segunda etapa (26) de alimentación del módulo de autodiagnóstico capaz de generar, a partir de la misma diferencia de potenciales, la tensión y la corriente necesarias para el funcionamiento del módulo de autodiagnóstico, siendo esta segunda etapa de alimentación distinta e independiente de la primera etapa de alimentación.

3. Conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el generador (20) es un detector de una magnitud física y la señal eléctrica discreta:

- toma el primer estado estable cuando la magnitud física franquea, en un sentido, un primer umbral predeterminado, y alternativamente
- toma el segundo estado estable cuando la magnitud física franquea, en sentido opuesto, un segundo umbral predeterminado.

4. Conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el conjunto discreto de varios posibles estados estables comprende únicamente el primer y el segundo estados estables.

5. Conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el dispositivo comprende una única caja (50) dentro de la cual se alojan el generador y el módulo de autodiagnóstico.

6. Conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de autodiagnóstico comprende:

- una báscula monoestable (U3.1, U3.2) que incluye una entrada y una salida (Q) por la que se emite una señal de reloj, estando conectada la entrada a la salida del generador de forma que reciba una frente ascendente o descendente cada vez que la señal eléctrica discreta generada por el generador pasa del primer estado estable al otro estado, siendo apta esta báscula para generar en su salida, en respuesta al frente ascendente o descendente recibido en su entrada, un frente ascendente o descendente en la señal del reloj en el instante en que ha transcurrido

el intervalo de tiempo descontado por el temporizador, formando así esta báscula monoestable dicho temporizador, y

– una báscula JK (U4.1, U4.2) que incluye:

- 5 • una primera entrada conectada a la salida del generador para recibir una señal eléctrica representativa del estado actual de la señal eléctrica discreta generada por el generador,
- una segunda entrada conectada permanentemente a una señal eléctrica representativa del primer estado estable,
- una tercera entrada conectada a la salida de la báscula monoestable (U3.1, U3.2) para recibir la señal del reloj,
- 10 • una salida (70) que genera la señal de error,

esta báscula JK es adecuada:

- en respuesta a dicho frente ascendente o descendente en la señal del reloj, para comparar los estados actuales de las señales eléctricas recibidas en sus entradas primera y segunda, y
- 15 – si, en ese instante, los estados actuales de las señales eléctricas recibidas en la primera y segunda entradas son iguales, para activar la generación de la señal de error en su salida y, alternativamente, si los estados actuales de las señales eléctricas recibidas en la primera y segundas entradas son diferentes, para inhibir esta activación de la señal de error.

7. Un módulo (22; 120) de autodiagnóstico para un conjunto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el módulo de autodiagnóstico es apto para activar un temporizador en respuesta al paso de la señal eléctrica discreta del primer estado estable a otro estado, descontando este temporizador un intervalo de tiempo predeterminado a partir del momento en que es activada,

caracterizado por que el módulo de autodiagnóstico también es apto:

- en el instante en que haya transcurrido el intervalo de tiempo descontado por el temporizador, para comparar el estado actual de la señal eléctrica discreta con el primer estado estable, y
- 25 – si el estado actual es igual al primer estado estable, para activar la generación de la señal de error y, alternativamente, si el estado actual es diferente del primer estado estable, inhibir esta activación de la señal de error.

8. Procedimiento de autodiagnóstico de un dispositivo electrónico, incluyendo dicho dispositivo electrónico un generador apto para generar en una salida una señal eléctrica discreta que puede únicamente tomar, en un instante dado, un solo estado estable de entre un conjunto discreto de posibles estados estables, siendo seleccionado este conjunto discreto del grupo constituido de un conjunto discreto de varias tensiones estables y de un conjunto discreto de varias intensidades estables de corriente, incluyendo este conjunto discreto de posibles estados estables un primer y segundo estados estables predeterminados, incluyendo este procedimiento la activación (84 , 90) un temporizador en respuesta al paso de la señal eléctrica discreta del primer estado estable a otro estado, descontando dicho temporizador un intervalo de tiempo predeterminado a partir del momento en que es activado,

35 caracterizado por que este procedimiento incluye igualmente las siguientes etapas:

- en el instante en que haya transcurrido el intervalo de tiempo descontado por el temporizador, la comparación (86, 92) del estado actual de la señal eléctrica discreta con el primer estado estable, y si el estado actual es igual al primer estado estable, la activación (88, 94) de la generación de la señal de error y, alternativamente, si el estado actual es diferente del primer estado estable, la inhibición de esta activación de la señal de error, y
- 40 – un sistema electrónico (56) de tratamiento de señales indica, aprovechando la señal de error generada por el módulo de autodiagnóstico, a un operario de mantenimiento que el generador muestra signos precursores de fallo.

9. Soporte (124) de registro de informaciones legible por un microprocesador, caracterizado por que este soporte de registro de informaciones incluye instrucciones para la ejecución de un procedimiento según la reivindicación 8, cuando estas instrucciones son ejecutadas por el microprocesador.

45

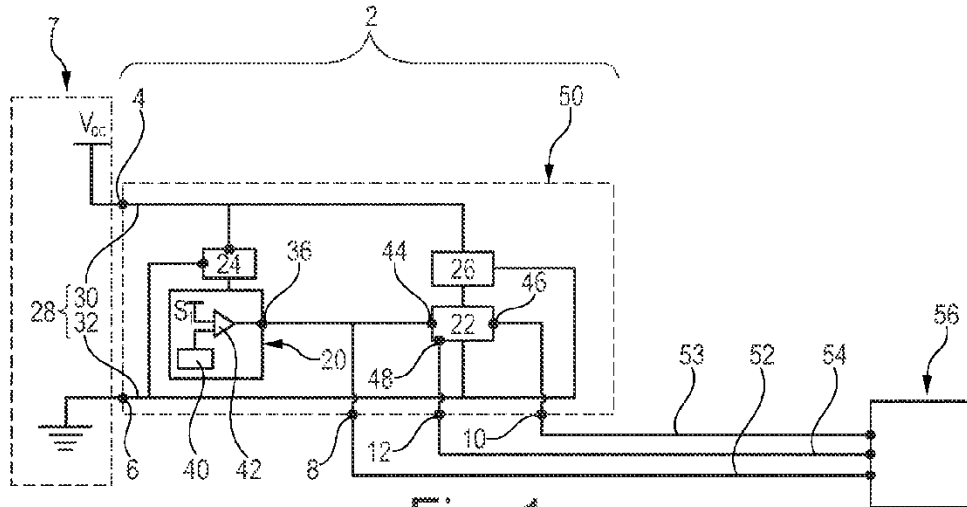


Fig. 1

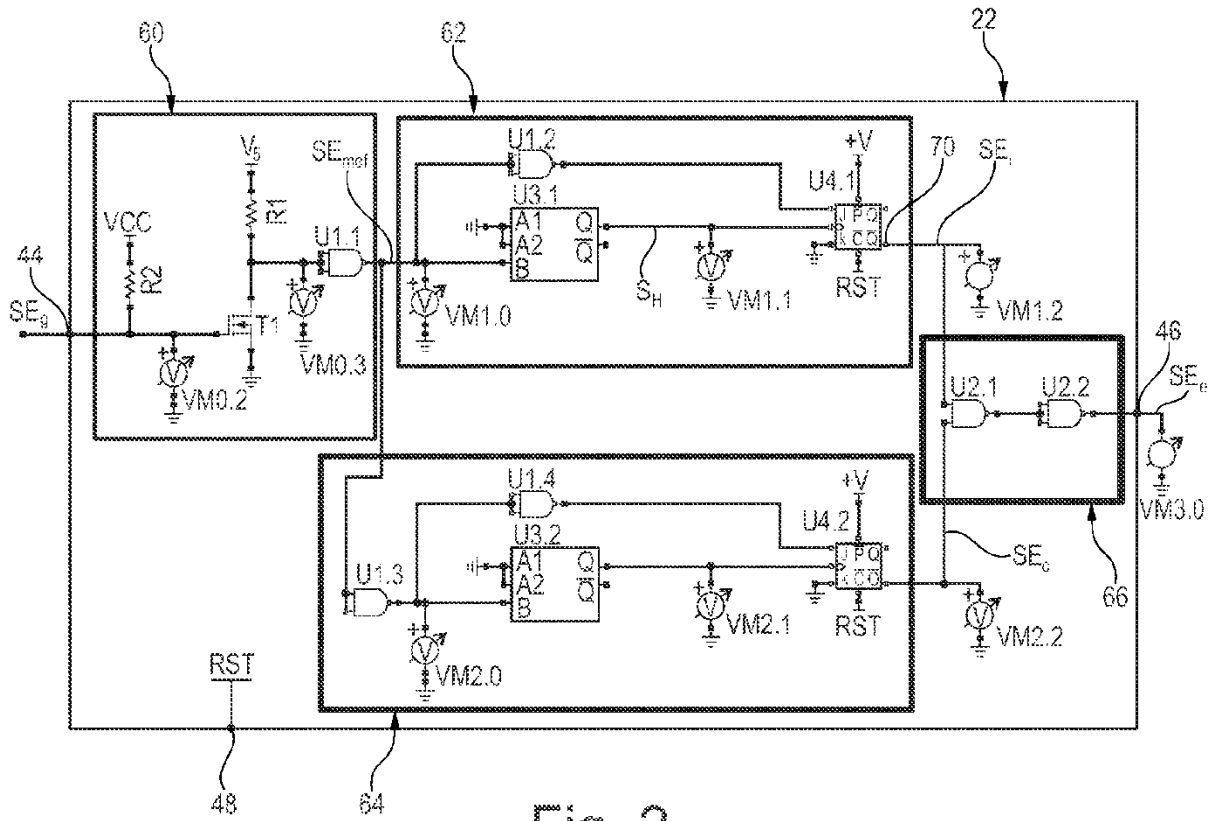


Fig. 2

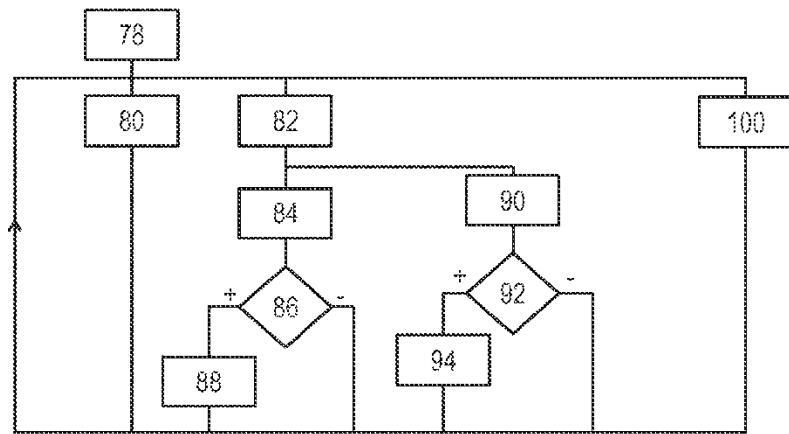


Fig. 3

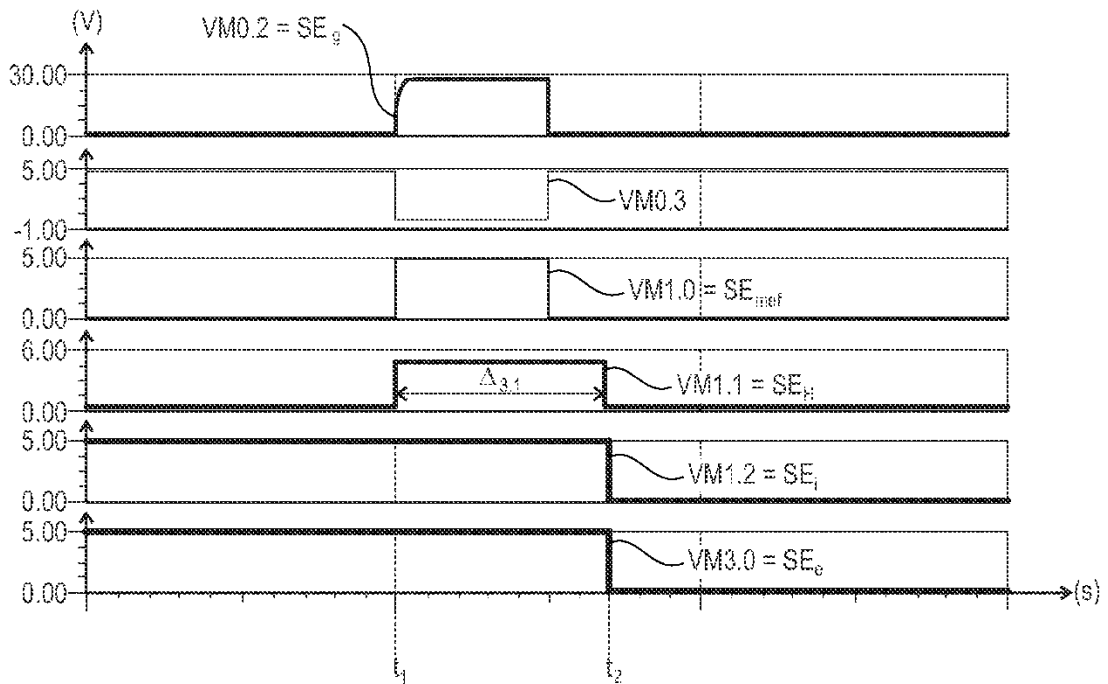


Fig. 4

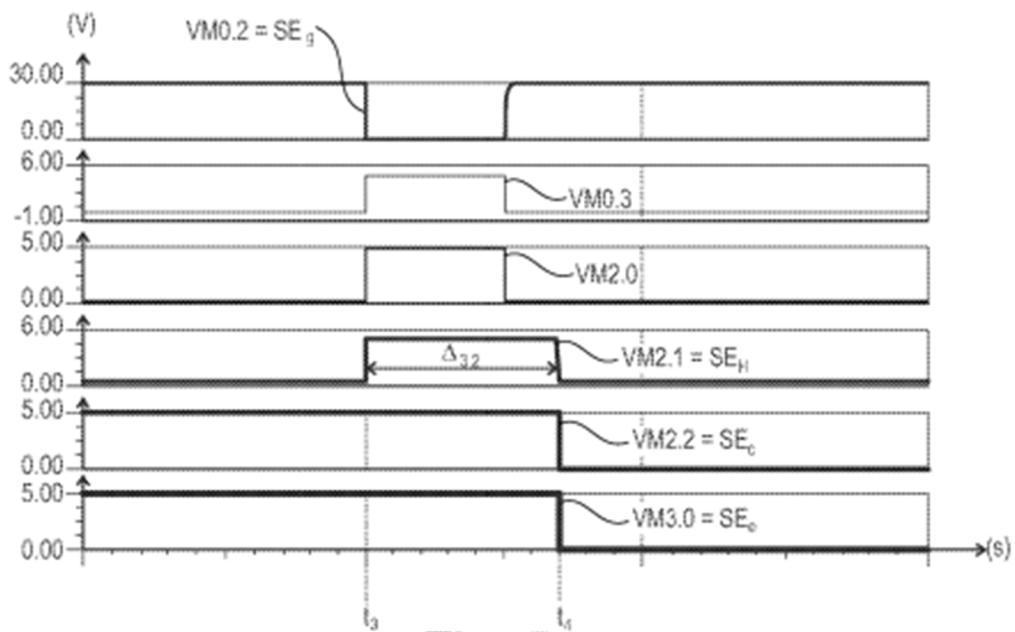


Fig. 5

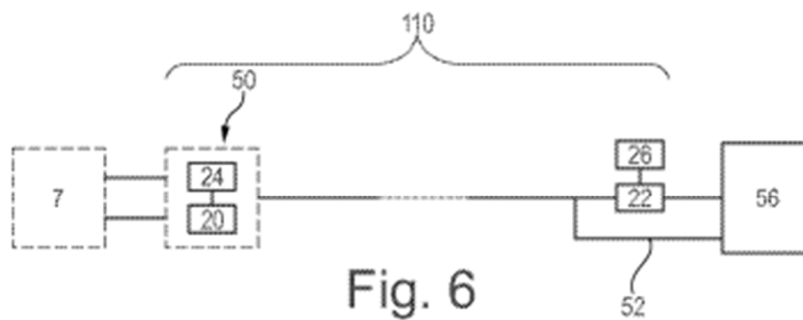


Fig. 6

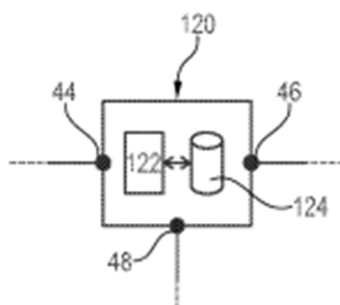


Fig. 7