

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 464 096**

51 Int. Cl.:

B06B 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2012 E 12306532 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2014 EP 2602028**

54 Título: **Dispositivo electrónico y sistema para control de aplicaciones que usen al menos un transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo**

30 Prioridad:

09.12.2011 FR 1161371

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

30.05.2014

73 Titular/es:

**SINAPTEC (100.0%)
Synergie Park 7 Avenue Pierre et Marie Curie
59260 Lezennes, FR**

72 Inventor/es:

TIERCE, PASCAL

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 464 096 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 y sistema para control de aplicaciones que usen al menos un transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo

5 Campo técnico

La presente invención se refiere al campo del control, por medio de un generador eléctrico de potencia, de aplicaciones que utilicen al menos un transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo y en particular pero no exclusivamente, un transductor ultrasónico.

10

Técnica anterior

Existen numerosas aplicaciones industriales que utilizan al menos un transductor (igualmente designado como accionador) piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo, que permite controlar con la ayuda de un campo eléctrico o magnético un movimiento mecánico, tal como una vibración mecánica, un desplazamiento o un choque mecánico.

15

Más particularmente, en el caso particular de la generación de vibraciones mecánicas, las ondas mecánicas vibratorias, y particularmente las ondas ultrasónicas, se utilizan en muy numerosos campos industriales, tales como, por ejemplo, y de manera no limitativa y no exhaustiva, la limpieza, el corte, la soldadura, etc.

20

Cualquiera que sea el tipo de aplicación, se utiliza al menos un transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo, que se alimenta mediante un generador eléctrico de potencia, y que permite transformar la energía eléctrica suministrada por el generador en un movimiento mecánico.

25

En el caso particular de un movimiento vibratorio, la energía eléctrica suministrada por el generador se transforma en un movimiento mecánico vibratorio en un intervalo de frecuencias y de amplitudes que dependen principalmente de la aplicación. Numerosas aplicaciones industriales utilizan un movimiento mecánico vibratorio controlado por un transductor que funciona en el campo ultrasónico (frecuencias típicamente superiores a 20 kHz). Pero ciertas aplicaciones pueden utilizar igualmente un transductor que funcione a unas frecuencias inferiores a 20 kHz.

30

Más particularmente, en el campo vibratorio, el generador eléctrico de potencia proporciona una señal de potencia, cuya frecuencia y tensión pueden adaptarse por ejemplo a la frecuencia de resonancia o de antirresonancia del transductor en funcionamiento en su entorno. Generalmente esta señal de potencia proporcionada por el generador es regulable (por ejemplo en frecuencia y/o en amplitud). Igualmente, en ciertas realizaciones conocidas, esta señal de potencia proporcionada por el generador se controla a partir de consignas exteriores y de informaciones (por ejemplo corriente y tensión) medidas en el transductor.

35

Durante numerosos años, la parte de control se ha realizado de manera analógica, lo que impone unas regulaciones complejas y convierte a los dispositivos de control en inalterables y difícilmente adaptables. Un ejemplo de control de un transductor ultrasónico con regulación analógica se describe por ejemplo en la Patente de Estados Unidos US 5 406 503.

40

Más recientemente, la utilización de soluciones a base de controles digitales ha permitido integrar unas funciones nuevas en el control del funcionamiento del transductor. Unos ejemplos de control de un transductor ultrasónico con regulación digital se describen por ejemplo en las publicaciones siguientes: solicitudes de Patente Europea EP-A-1 835 622, EP-A-1 216 760, EP-A 1 199 047 y EP-A-1 588 671.

45

Es importante constatar que los dispositivos descritos permanecen bastante inalterables en su modo de realización y son generalmente específicos de una aplicación dada, es decir de un tipo dado de transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo.

50

Objetivo de la invención

55

Un objetivo de la invención es proponer una nueva solución técnica para el control, por medio de un generador eléctrico de potencia adaptado, de aplicaciones que utilicen al menos un transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo, solución que presenta la ventaja de ser universal, es decir no específica de una única aplicación, y de ser muy flexible y fácilmente adaptable a unas aplicaciones en unos campos técnicos diferentes y con unos transductores piezoelectrónicos, electrostrictivos o magnetostrictivos que tengan unas estructuras y unas propiedades mecánicas diferentes. Otro objetivo de la invención es proponer una solución de control de un transductor piezoelectrónico, electrostrictivo o magnetostrictivo que puede evolucionar fácilmente, y que puede ser configurada o modificada fácil y rápidamente.

60

Resumen de la invención

La invención tiene así por objetivo un dispositivo electrónico de control de aplicaciones que utiliza al menos un transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo, comprendiendo dicho dispositivo un generador eléctrico de potencia adaptado para alimentar al menos un transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo con una señal de control, unos medios electrónicos de control adecuados para controlar automáticamente el generador eléctrico de potencia utilizando una macro-función de control (M), y una memoria electrónica en la que se almacenan:

- 5 - una primera familia (A) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (An), permitiendo cada función de control elemental de la primera familia (A) ajustar la amplitud de la señal de control,
- 10 - una segunda familia (T) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Tn), permitiendo cada función de control elemental de la segunda familia (T) ajustar la duración de la señal de control,
- 15 - una tercera familia (C) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Cn), permitiendo cada función de control elemental de la tercera familia (C) ajustar el ciclo de la señal de control,
- 20 - al menos dicha macro-función de control (M), que está constituida por el conjunto de al menos tres funciones de control elementales elegidas respectivamente entre las tres familias de funciones de control (A, T, C) registradas en la memoria.

Más particularmente, pero de manera facultativa según la invención, el dispositivo electrónico de la invención puede comprender las características técnicas adicionales opcionales siguientes, tomadas aisladamente o en combinación:

- 25 - la memoria electrónica contiene una cuarta familia (F) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Fn), permitiendo cada función de control elemental de la cuarta familia (F) ajustar la frecuencia de la señal de control, y dicha macro-función de control (M) está constituida por el conjunto de al menos cuatro funciones de control elementales elegidas respectivamente entre las cuatro familias de funciones de control (A, T, C, F) registradas en la memoria.
- 30 - al menos una función de control elemental de dicha macro-función de control (M) permite ajustar la amplitud o la duración o el ciclo o la frecuencia de la señal de control en función de al menos un valor de regulación que está almacenado en la memoria electrónica.
- 35 - la memoria electrónica contiene varias macro-funciones de control (Mn) diferentes, que están constituidas cada una por el conjunto de al menos tres funciones de control elementales elegidas respectivamente entre la primera, segunda y tercera familias de funciones de control (A, T, C) registradas en la memoria, y preferentemente por el conjunto de al menos cuatro funciones de control elementales elegidas respectivamente entre la primera, segunda, tercera y cuarta familias de funciones de control (A, T, C; F) registradas en la memoria.
- 40 - la memoria electrónica contiene el o los valores de regulación de las funciones de control elementales de una única macro-función de control (M).
- 45 - la memoria electrónica contiene el o los valores de regulación de las funciones de control elementales predefinidas de cada macro-función de control registrada en la memoria electrónica.
- el dispositivo comprende al menos un puerto de comunicación que permite realizar la comunicación del dispositivo con una unidad de procesamiento electrónico programable, del tipo microordenador o autómata programable.

La invención tiene igualmente por objetivo un sistema de control de aplicaciones que utiliza al menos un transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo, comprendiendo dicho sistema un dispositivo electrónico mencionado y una unidad de procesamiento electrónico, que se puede conectar a dicho dispositivo electrónico.

Más particularmente, pero de manera facultativa según la invención, el sistema de la invención puede comprender las características técnicas adicionales y opcionales siguientes, tomadas aisladamente o en combinación:

- 55 - la unidad de procesamiento electrónico permite, cuando está conectada al dispositivo electrónico, cargar en la memoria del dispositivo electrónico al menos una macro-función de control (M).
- la unidad de procesamiento electrónico permite, cuando está conectada al dispositivo electrónico, cargar en la memoria del dispositivo electrónico las funciones elementales de cada una de las familias de función ((A, F, T) o (A, F, T, C)).
- 60 - la unidad de procesamiento electrónico permite, cuando está conectada al dispositivo electrónico, cargar en la memoria del dispositivo electrónico el o los valores de regulación de al menos una macro-función de control (M).
- la unidad de procesamiento electrónico, cuando está conectada a un dispositivo electrónico, permite a un usuario seleccionar una macro-función de control entre un conjunto de macro-funciones de control (Mn) registradas en la memoria del dispositivo, estando concebido el generador eléctrico de potencia del dispositivo para ejecutar dicha macro-función de control que se ha seleccionado.

- la unidad de procesamiento electrónico comprende en la memoria al menos todas las funciones elementales de control registradas en el dispositivo electrónico, y un programa de construcción de macro-funciones que, cuando se ejecuta por la unidad de procesamiento electrónico, permite a un usuario construir una macro-función de control (M) a partir de dichas funciones de control elementales.

5 La invención tiene como otro objetivo un programa informático que comprende un medio de código de programa informático adecuado para ser ejecutado por unos medios electrónicos de procesamiento (3), y que permiten, cuando se ejecuta por unos medios electrónicos de procesamiento (3), la construcción de macro-funciones de control (M) a partir de una primera familia (A) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (An), permitiendo cada una ajustar la amplitud de la señal de control que se debe generar por un generador eléctrico de potencia, y una segunda familia (T) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Tn), permitiendo cada una ajustar la duración de dicha señal de control, y de una tercera familia (C) de funciones de control que comprende varias funciones de control elementales diferentes (Cn), permitiendo cada una ajustar el ciclo de dicha señal de control.

15 Más particularmente, pero no obligatoriamente, el programa informático permite la construcción de macro-funciones de control (M) a partir igualmente de una cuarta familia (F) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Fn), permitiendo cada una ajustar la frecuencia de dicha señal de control.

20 La invención tiene igualmente por objetivo un programa informático, que comprende un medio de código de programa informático adecuado para ser ejecutado por unos medios electrónicos de procesamiento, y que permiten, cuando se ejecuta por unos medios electrónicos de procesamiento, el parametrizado de una macro-función de control (M), macro-función de control (M) que comprende una primera función de control elemental (An), que permite ajustar, preferentemente en función de al menos un valor de regulación, la amplitud de la señal de control que se debe generar por un generador eléctrico de potencia, y una segunda función de control elemental (Tn), que permite ajustar la duración de dicha señal de control (S), preferentemente en función de al menos un valor de regulación, y una tercera función de control elemental (Cn), que permite ajustar el ciclo de la señal de control (S), preferentemente en función de al menos un valor de regulación, permitiendo dicho programa a un usuario definir el o los valores de regulación de la o de las funciones elementales de control.

25 Más particularmente, pero no obligatoriamente, dicho programa informático de parametrizado permite el parametrizado de una macro-función de control (M) que comprende igualmente una cuarta función de control elemental (Fn), que permite ajustar la frecuencia de dicha señal de control, preferentemente en función de al menos un valor de regulación.

35 La invención tiene igualmente por objetivo un soporte que pueda ser leído por un ordenador y sobre el que se registre un programa informático mencionado.

40 Breve descripción de las figuras

Otras características y ventajas de la invención surgirán más claramente con la lectura de la descripción detallada a continuación de diversas variantes de realización de la invención, variantes que se describen a título de ejemplo no limitativo y no exhaustivo de la invención y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 es un esquema de bloques que representa la arquitectura del sistema de control de la invención;
- las figuras 2 a 5 son unos gráficos que ilustran unos ejemplos de realización, respectivamente de las funciones elementales de control F2, F3, A2 y C2;
- la figura 6 ilustra un ejemplo de implementación de una macro-función de control.

50 Descripción detallada

Se ha representado en la figura 1 un ejemplo particular de arquitectura electrónica de un dispositivo electrónico 1 que está de acuerdo con la invención, y que permite controlar una carga 2 que comprende al menos un transductor (o accionador) que según el caso puede ser de tipo piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo.

55 Se designa en el presente texto por "transductor piezoeléctrico o electrostrictivo", cualquier dispositivo que permita de una manera general transformar una energía eléctrica en una energía mecánica mediante deformación de un material. Se designa en el presente texto por "transductor magnetostrictivo", cualquier dispositivo que permita de una manera general transformar una energía electromagnética en una energía mecánica mediante deformación de un material.

60 La carga 2 y el o los transductores piezoeléctricos, electrostrictivos o magnetostrictivos asociados dependen de la aplicación y pueden ser muy variados.

Ejemplos de aplicaciones

5 El dispositivo electrónico 1 se puede adaptar y parametrizar para controlar la una o la otra de las cargas 2 siguientes, cuya lista se da a continuación a título únicamente de ejemplos de aplicaciones de la invención de manera no limitativa y no exhaustiva de la invención.

Limpieza:

10 El dispositivo electrónico 1 está conectado a uno o varios transductores que se fijan a la pared externa de una cuba llena por su parte con un líquido de limpieza. La energía eléctrica suministrada por el dispositivo electrónico 1 se transforma mediante el o los transductores en una energía vibratoria que induce un fenómeno de cavitación en el baño. Esta cavitación produce la limpieza de las piezas sumergidas.

15 Se pueden utilizar varios dispositivos electrónicos 1 para alimentar una cuba de limpieza de gran volumen. En ese caso, los generadores de los dispositivos electrónicos 1 están sincronizados en conjunto.

Soldadura- Corte- Sonoquímica

20 El dispositivo electrónico 1 está unido a un transductor. Este transductor está equipado generalmente con un transformador de amplitud y con un sonotrodo cuya geometría del extremo es determinante de la utilización y de su aplicación.

- Para la soldadura de materiales, la forma del sonotrodo debe igualar la forma de la superficie a soldar,
- 25 • Para el corte, el sonotrodo se presenta en la forma de una lámina vibratoria,
- Para la sonoquímica, la mezcla, el sonotrodo es frecuentemente de forma cilíndrica pero no exclusivamente y está sumergido directamente en el líquido a tratar...
- Para la producción de aerosoles, la superficie extrema del sonotrodo permite pulverizar el líquido que entra en contacto con ella, esta superficie puede ser una placa, combada...
- 30 • Para desespumado, la superficie extrema del sonotrodo permite producir un campo acústico muy intenso en un gas (> 160 dB),

35 El dispositivo electrónico 1 está unido a un transductor y se regula de manera que mantenga su frecuencia de control a la frecuencia de funcionamiento que es a menudo la frecuencia de resonancia o de antirresonancia del transductor y del sonotrodo asociado. La energía transmitida al transductor se convierte en una energía vibratoria que induce el fenómeno buscado:

1. Para la soldadura, un calentamiento,
2. Para el corte, una cortadura del material,
- 40 3. Para la sonoquímica un fenómeno muy violento de cavitación,
4. Para la producción de aerosoles una dispersión del líquido en gotitas,
5. Para el desespumado un campo acústico suficientemente intenso para capturar las burbujas de espuma durante el rellenado de líquidos en unas botellas...

45 Control de accionador(es)

50 El dispositivo electrónico 1 está unido a un transductor, que cumple una función de accionador, y cuyo movimiento es proporcional a una tensión proporcionada por el dispositivo electrónico 1. Este movimiento es por ejemplo un desplazamiento estático si la tensión proporcionada es continua; es por ejemplo de impulsos si el control proporcionado es un impulso o por ejemplo, de una forma más general, proporcional a la señal producida por el dispositivo electrónico.

55 El efecto inducido tiene por objetivo controlar el desplazamiento de un dispositivo mecánico acoplado al accionador (transductor), producir una vibración de muy baja frecuencia o inducir un choque de propulsión.

Control de motores piezoeléctricos/magnetostriictivos lineales o rotativos

60 Para realizar un dispositivo de desplazamiento lineal, es necesario crear una onda progresiva en un dispositivo de dimensión finita. El dispositivo puede ser una barra o un anillo. La creación de una onda progresiva se realiza superponiendo dos ondas estacionarias con un desfase de 90° en el tiempo, y un desfase de 90° en el espacio. Para realizar un sistema de ese tipo, es necesario disponer de al menos dos transductores ultrasónicos correctamente dispuestos en la barra. Son necesarios dos dispositivos electrónicos 1 para conseguir esta finalidad. El primer dispositivo 1 alimenta un transductor con una fase controlada, el segundo dispositivo 1 alimenta el segundo transductor con una fase desfasada en 90° sincronizada con el primer dispositivo electrónico. Un ejemplo de este

tipo de aplicación se describe en el artículo: "A survey of Ultrasonic Waves in Powder Transportation", E. Murimi, J. Kihui, G. Nyakoe y S. Mutuli.

El mismo principio es aplicable para realizar un motor eléctrico piezoeléctrico rotativo.

5 Arquitectura del dispositivo electrónico de control - Figura 1

Con referencia a la figura 1, el dispositivo electrónico 1 comprende un generador eléctrico de potencia 10, que en funcionamiento alimenta la carga 2, con una señal eléctrica de potencia S, denominada en el presente texto como "señal de control".

10 Este generador eléctrico de potencia 10 está controlado automáticamente mediante una unidad de procesamiento electrónico programable 11.

El dispositivo electrónico 1 comprende igualmente una alimentación eléctrica 12, que comprende:

- 15 - un bloque de rectificación y de filtrado 120 que permite la alimentación del generador eléctrico de potencia 10 con corriente alterna a partir de la corriente alterna de la red, y
- un bloque 121 de conversión de la corriente alterna de la red en corriente continua para la alimentación en corriente continua de la unidad de procesamiento electrónico programable 11.

20 La arquitectura electrónica del generador eléctrico de potencia 10 es conocida en sí, y comprende por ejemplo un puente en H 101 que alimenta una red de adaptación 102, que comprende por ejemplo un transformador, y que proporciona la señal de control antes mencionada S. El puente en H está controlado por la unidad de procesamiento electrónico programable 11 de la manera usual por medio de una electrónica de control 103 ("Driver"). Esta arquitectura electrónica particular del generador eléctrico de potencia 10 no es limitativa de la invención, y se puede sustituir por cualquier arquitectura electrónica que permita proporcionar una señal de potencia (señal de control S) que sea regulable.

30 La unidad de procesamiento electrónico programable 11 comprende un procesador digital 110 asociado a una memoria de acceso aleatorio 111 del tipo RAM y una memoria permanente que pueda borrarse eléctricamente 112, del tipo EEPROM. El procesador digital 110 puede ser por ejemplo un microprocesador, un microcontrolador o un procesador especializado en el tratamiento de señales del tipo DSP.

35 En el ejemplo de realización de la figura 1, pero de manera facultativa según la invención, el procesador digital 110 comprende un puerto de entrada 110a que está conectado a la red de adaptación 102, de manera que detecte en tiempo real la corriente I y la tensión V de la señal de control S aplicada a la carga 2. Esta detección permite realizar en ciertos casos un bucle de regulación de la señal de control S con relación a una o varias consignas por medio del procesador digital 110.

40 Con el fin de poder comunicar con el exterior, el procesador digital 110 comprende igualmente al menos un puerto de comunicación 110b, que puede ser por ejemplo un puerto de entrada/salida en serie lento del tipo RS485 o un puerto Ethernet.

45 El puerto de comunicación 110b se utiliza principalmente para permitir a una unidad de procesamiento electrónico externa 3, tal como por ejemplo un autómatas o un ordenador, dialogar con el procesador digital 110, con el fin, por ejemplo, de permitir a la unidad de procesamiento electrónico externa 3 controlar al procesador digital 110, o cargar o, a la inversa, recuperar unos datos en la memoria permanente 112 o en la memoria de acceso aleatorio 111.

50 El intercambio de datos con el exterior sobre el puerto de comunicación 110b se realiza preferentemente a través de un aislamiento galvánico 13 que comprende por ejemplo de manera usual unos opto-acopladores.

Macro función de control - Funciones de control elementales

55 El funcionamiento del dispositivo electrónico 1 se basa ventajosamente en la utilización de una o varias macrofunciones de control, designadas abreviadamente en el presente texto por "macros", que están constituidas cada una por funciones de control elementales, y que permiten la regulación automática mediante el procesador 110 de la frecuencia, de la amplitud, de la duración y del ciclo de la señal de control S.

Se distinguen cuatro familias de funciones de control elementales:

60 Familia de Frecuencia (F): Esta familia comprende el conjunto de las funciones de control elementales (F1, F2, F3,...) apropiadas para la frecuencia de la señal de control S, y detalladas posteriormente. Cada función de control elemental de esta familia (F) permite ajustar la frecuencia de la señal de control, cuando se ejecuta automáticamente por el procesador 110.

Familia de Amplitud (A): Esta familia comprende el conjunto de las funciones de control elementales (A1, A2, A3,...) apropiadas para la amplitud de la señal de control S, y detalladas posteriormente. Cada función de control elemental de esta familia (A) permite ajustar la amplitud de la señal de control, cuando se ejecuta automáticamente por el procesador 110.

Familia de Tiempo (T): Esta familia comprende el conjunto de las funciones de control elementales (T1, T2, T3,...) apropiadas a las nociones de tiempo (duración) de la generación de la señal de control S, y detalladas posteriormente. Cada función de control elemental de esta familia (T) permite ajustar la duración de la señal de control, cuando se ejecuta automáticamente por el procesador 110.

Familia de Ciclo (C): Esta familia comprende el conjunto de las funciones de control elementales (C1, C2, C3,...) apropiadas a las nociones de ciclo de la generación de la señal de control S y detalladas posteriormente. Cada función de control elemental de esta familia (C) permite ajustar el ciclo de la señal de control, cuando se ejecuta automáticamente por el procesador 110.

De una manera general, cada función de control elemental se caracteriza por uno o varios parámetros de regulación (ArgN), que son más o menos complejos, que son apropiados para cada función elemental, y que permiten la configuración de cada función de control elemental de una macro-función de control. Estos parámetros de regulación se designarán igualmente en lo que sigue en el presente texto por el término "argumentos". Para el funcionamiento del dispositivo electrónico 1, cada argumento (ArgN) de una función de control elemental de una macro-función M debe ser completado con uno o varios valores de regulación específicos de este argumento.

Todas las funciones de control elementales se almacenan inicialmente en la memoria permanente 112 del dispositivo 1.

Se van a describir ahora a título no limitativo y no exhaustivo de la invención, diferentes ejemplos de funciones de control elementales.

Ejemplos de funciones de control elementales de la familia

Frecuencia (F)

F1: Frecuencia forzada

Se impone una frecuencia por el usuario, y el generador 10 aplica esta frecuencia sin bucle de reacción.

$$F1 = f(Fc)$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|---|--------|-----------|
| Fc | Frecuencia impuesta al sistema por el usuario | Hz | 2 |

F2: Frecuencia regulada en fase

Se determina una frecuencia de resonancia óptima en el intervalo de frecuencias autorizado. La regulación se realiza por medio de un bucle de regulación en función del desfase estimado entre la tensión V y la corriente I.

$$F2 = f(Fase, Límite, Ffinal, Tn)$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|---|--------|-----------|
| Fase | Consigna de fase a seguir [-180°; 180°] | Grado | 0,005 |
| Límite | Frecuencia de inicio de la regulación | Hz | 2 |
| Ffinal | Frecuencia limite alta de la regulación en frecuencia | Hz | 2 |
| Tn | Número de mediciones de fase utilizadas en el cálculo del error (media) | | 1 |

Tomemos el ejemplo de la función F2 siguiente en la que se busca una regulación de la frecuencia sobre cero de la fase:

$$F2 = f(0, 28000, 29000, Tn)$$

Al inicio del sistema, el comportamiento de la frecuencia y de la amplitud de la señal controlada S se ilustra en la figura 2.

F3: Frecuencia modulada

ES 2 464 096 T3

Se aplica una variación de la frecuencia dF sobre una frecuencia central Fc. La frecuencia de modulación se determina mediante Fm.

$$F3 = f(Fc, dF, Fm)$$

5

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|------------------------------------|--------|-----------|
| Fc | Frecuencia central supuesta óptima | Hz | 2 |
| dF | Variación de la frecuencia | Hz | 1 |
| Fm | Frecuencia de modulación | Hz | 0,01 |

Tomemos el ejemplo de la función F3 siguiente:

$$F3 = f(28000, 1000, 0,50)$$

10

Al inicio del sistema, el comportamiento de la frecuencia se ilustra en la figura 3.

F4: Frecuencia aleatoria

15

Se autoriza una secuencia aleatoria de frecuencias según una función aleatoria.

$$Fexc = Fc \pm k\Delta f$$

20

El coeficiente k es un coeficiente aleatorio que varía de 0 a 1. El signo de la función será igualmente aleatorio.

La función F4 se escribirá por tanto:

$$F4 = f(Fc, \Delta f)$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|------------|---|--------|-----------|
| Fc | Frecuencia central | Hz | 2 |
| Δf | Variación máxima alrededor de la frecuencia de consigna | Hz | 1 |

25

Ejemplos de funciones de control elementales de la familia de Amplitud (A)

A1: Amplitud forzada

30

Se impone una amplitud por el usuario; el generador 10 aplica automáticamente esta amplitud sin bucle de reacción.

$$A1 = f(Po)$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|---------------------------|--------|-----------|
| Po | Amplitud impuesta [0-100] | % | 1 |

35

A2: Amplitud regulada en potencia

Se impone por el usuario una consigna de potencia. La medida de la corriente I y de la tensión V en el transductor permite el cálculo de la potencia efectiva suministrada por el generador. Esta potencia se compara con la consigna para mantener la consigna estable cualesquiera que sean las perturbaciones a las que pueda estar sometido el transductor.

40

$$A2 = f(Pcsg)$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|----------------------------|--------|-----------|
| Pcsg | Potencia a regular [0-100] | % | 1 |

45

Tomemos el ejemplo de la función A2 siguiente:

$$A2 = f(80)$$

50

Al inicio del sistema, el comportamiento de la potencia se ilustra en la figura 4.

Ejemplo de función de control elemental de la familia de Tiempo (T)

T1: Función elemental TIEMPO

La función T1 no comprende ningún argumento (valor de regulación). Cuando se utiliza esta función T1 en una macro-función, se genera la señal de control S durante una duración indeterminada, hasta que se reciba una interrupción externa de esta señal por el generador 10.

T2: Duración de funcionamiento

Esta función elemental permite la regulación de la duración de funcionamiento de la generación de la señal de control S.

$$T2 = f(\text{duración})$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|--|--------|-----------|
| Duración | Duración de funcionamiento antes de la parada automática | s | 1 |

Una duración igual a cero significa una duración infinita. En este caso, el dispositivo 1 no se detendrá más que a partir de una consigna o control externo.

Ejemplos de funciones de control elementales de la familia Ciclo (C)

C1: Función elemental CICLO

La función F1 no comprende ningún argumento (valor de regulación). Cuando se utiliza esta función C1 en una macro-función, la señal de control S es no cíclica, es decir se genera sin repetición de un ciclo.

C2: Relación cíclica (Ton/Ttotal)

Como resultado del tiempo de funcionamiento, se determina un tiempo de parada mediante la relación cíclica Ton/Ttotal.

$$C2 = f(RC)$$

| Argumento | Descripción | Unidad | Precisión |
|-----------|---------------------------------|--------|-----------|
| RC | Relación cíclica (Ton / Ttotal) | % | 1 |

Tomemos el ejemplo de las funciones asociadas siguientes:

$$F3 = f(28000, 1000, 0,50)$$

$$T2 = f(60)$$

$$C2 = f(30)$$

El comportamiento de la amplitud de la señal S se ilustra en la figura 5.

Arquitectura y representación de una macro-función de control

La figura 6 ilustra un ejemplo de arquitectura de una macro-función de control M, definida mediante la asociación de diferentes parámetros:

Nombre: se trata de la identificación de la macro-función y debe ser única y representativa de las funcionalidades de la macro.

Descripción: este campo no es indispensable pero permite dar una indicación rápida y clara al usuario.

Familia Frecuencia: identificación de la función elemental Fn de la familia, entre las funciones propias de esta familia: F1, F2, F3,...

Familia Amplitud: identificación de la función elemental An de la familia, entre las funciones propias de esta familia: A1, A2, A3,...

Familia Tiempo: identificación de la función elemental Tn de la familia, entre las funciones propias de esta familia: T1,...

Familia Ciclos: identificación de la función elemental Cn de la familia, entre las funciones propias de esta familia: C1, C2, C3,...

De ese modo, una macro-función de control M puede escribirse:

$$M = F_n(\text{Arg1}, \text{Arg2}, \dots) + A_n(\text{Arg1}, \text{Arg2}, \dots) + T_n(\text{Arg1}, \text{Arg2}, \dots) + C_n(\text{Arg1}, \text{Arg2}, \dots).$$

Ejemplo de macro-función de control

5 Por ejemplo, en un procedimiento industrial de limpieza por ultrasonidos, el usuario del dispositivo 1 desea generar un tren de ondas modulado a una longitud fija durante una duración precisa y repetir esta operación regularmente. Durante la creación de la macro, será necesario por lo tanto aplicar a esta macro un nombre, una descripción, una función de Frecuencia, una función de Amplitud, una función de Tiempo y una función de Ciclo.

10 Típicamente, los parámetros de la macro serán los siguientes:

| | |
|--------------------|---|
| Parámetros | Valores |
| Nombre | SWEEP |
| Descripción | Se autoriza una variación de la frecuencia según un parámetro de desviación de frecuencia (dF) con relación a la frecuencia central óptima. |
| Familia Frecuencia | F3: Frecuencia modulada |
| Familia Amplitud | A1: Amplitud forzada |
| Familia Tiempo | T2: Duración de funcionamiento |
| Familia Ciclo | C2: Relación cíclica (Ton / Ttotal) |

Se crea la macro. Sin embargo, es inutilizable en este estado. Se trata a partir de ahora de definir los argumentos apropiados de cada función:

| Funciones | Argumentos |
|--------------------------------|--|
| F3: Frecuencia modulada | Fc: Frecuencia central de funcionamiento dF: Variación de la frecuencia Fm: Frecuencia de modulación |
| A1: Amplitud forzada | Pcsg: Potencia de consigna |
| T2: Duración de funcionamiento | Tcsg: Duración de funcionamiento |
| C2: Relación cíclica | RC: Ton/Ttotal |

15 Obtendremos por tanto una macro que puede escribirse:

$$SWEEP = F3(Fc, dF, Fm) \oplus A1(Pcsg) \oplus T2(Tcsg) \oplus C2(RC)$$

20 Deseamos por tanto utilizar esta macro a una frecuencia central de 30 kHz (± 1000 Hz, modulada en 2 Hz) con una amplitud del 80 % y con una duración de 10 minutos. Realizar una pausa, posteriormente repetir la operación cada cuarenta minutos.

25 La macro se describirá por tanto:

$$SWEEP = F3(30000, 1000, 2) \oplus A1(80) \oplus T2(600) \oplus C2(25)$$

Con:

- 30 F3(30000, 1000, 2) Correspondiente a la frecuencia modulada
- A1(80) Correspondiente a una amplitud de 80 %
- T2(600) Correspondiente a una duración de funcionamiento de 10 minutos
- C2(25) Correspondiente a una relación cíclica de 25 % (para obtener 40 minutos)

35 Principio de configuración y de utilización de las macro-funciones de control

Inicialmente, todas las funciones elementales de control disponibles Fn, An, Tn, Cn se conciben y se cargan en la memoria permanente 112 del dispositivo electrónico 1 por el fabricante del dispositivo electrónico 1. Esta carga de las funciones elementales de control en la memoria 112 se puede efectuar por medio de un ordenador 3 o equivalente conectado al puerto de comunicación 110b del dispositivo 1 (figura 1).

40 En una variante preferida de realización, las macro-funciones Mn de control se conciben igualmente por el fabricante del dispositivo electrónico 1, y se almacenan por ejemplo en un servidor, en una base de datos de macro-funciones.

45 Con este fin, el fabricante del dispositivo electrónico 1 utiliza un programa informático específico de construcción de macro-funciones de control, que es adecuado para ser ejecutado a través de unos medios electrónicos de procesamiento, tal como un microordenador 3. Este programa de construcción de macro-funciones de control permite, cuando se ejecuta, la construcción por parte de un usuario del programa, de macro-funciones de control (M) a partir de las funciones de control elementales de las familias de funciones F, A, T, C antes mencionadas.

Con el fin de adaptar el funcionamiento del dispositivo electrónico de control 1 a la carga 2 particular ligada a su aplicación específica, el usuario del dispositivo electrónico 1 puede, por medio de un programa de parametrizado específico, que es ejecutable en un microordenador 3, y que se ha proporcionado por el fabricante del dispositivo 1:

- acceder a la base de datos de macro-funciones de control, o bien localmente, o bien a distancia a través de una red de telecomunicación, de tipo Internet, y
- configurar una o varias macro-funciones de control a las que tiene acceso. La configuración de una macro-función de control consiste en fijar el o los valores de regulación de los argumentos ArgN apropiados para cada función elemental de control que constituye la macro-función de control.

Una vez acabada la etapa de configuración, cada macro-función de control Mn, que se ha configurado, se almacena en local en un archivo de seguridad, por ejemplo en un disco duro del microordenador del usuario, destinado en un dispositivo electrónico 1 dado. El fichero de seguridad contiene las funciones elementales destinadas a la macro así como el conjunto de los argumentos indicados por el usuario.

A continuación, el usuario conecta su microordenador al puerto de comunicación 110b del dispositivo 1 y carga la o las macro-funciones de control que se han configurado en la memoria permanente 112 del dispositivo 1. Durante esta etapa, no se transfieren los argumentos ArgN de las funciones elementales.

Más particularmente, existe en la memoria permanente 112 una zona dedicada a las macros, del tipo de la que se presenta a continuación:

| @ | Designación | Comentarios | Mín. | Máx. |
|--------|--------------------------|-----------------------------------|------|------|
| 0x0514 | Núm. Macros configuradas | | 0 | 31 |
| 0x0515 | Nº Macro activa | 0 : Ninguna macro activa | 0 | 31 |
| 0x0516 | Macro 1 (Fn y An) | Bits 0 a 7: Nº función Frecuencia | 1 | 255 |
| | | Bits 8 a 15: Nº función Amplitud | 1 | 255 |
| 0x0517 | Macro 1 (Tn y Cn) | Bits 0 a 7: Nº función Tiempo | 1 | 255 |
| | | Bits 8 a 15: Nº función Ciclos | 1 | 255 |
| ... | | | | |
| 0x0552 | Macro 31 (Fn y An) | Bits 0 a 7: Nº función Frecuencia | 1 | 255 |
| | | Bits 8 a 15: Nº función Amplitud | 1 | 255 |
| | Amplitud | | | |
| 0x0553 | Macro 31 (Tn y Cn) | Bits 0 a 7: Nº función Tiempo | 1 | 255 |
| | | Bits 8 a 15: Nº función Ciclos | 1 | 255 |

El dispositivo electrónico 1 puede contener así en la memoria permanente 112 una o varias macro-funciones de control configuradas M1, M2,... Mn.

A continuación para hacer funcionar al dispositivo electrónico, se pueden presentar varios casos de la figura.

En un primer modo de funcionamiento autónomo, estando conectado el microordenador 3 del usuario al puerto de comunicación 110b, el usuario visualiza sobre la pantalla de su microordenador la o las macro-funciones de control almacenadas en la memoria de acceso aleatorio 111, activa una única macro-función M entre el conjunto de macro-funciones disponibles y transfiere a la memoria permanente 112 del dispositivo electrónico 1 los argumentos (Arg1, ...) de las funciones elementales de la macro-función de control que están almacenadas en el archivo de seguridad en el disco duro del microordenador.

Tomemos el ejemplo de la macro siguiente:

$$SWEEP = F3(28000, 1000, 0,50) \oplus A1(80) \oplus T2(600) \oplus C2(25)$$

Durante la transferencia de la macro hacia la electrónica, la EEPROM 112 del dispositivo periférico dispondrá de las informaciones siguientes:

| | | | | |
|------------------------------|------------|----------|--------|-------|
| Número de macros utilizables | 1 | | | |
| Número de la macro activa | 1 | | | |
| | Frecuencia | Amplitud | Tiempo | Ciclo |
| MACRO 1 | 3 | 1 | 1 | 2 |
| MACRO 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ... | 0 | 0 | 0 | 0 |
| MACRO 31 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Una vez activada una macro función de control M, el dispositivo electrónico de control 1 puede funcionar de manera autónoma, estando programado el procesador 110 para controlar el puente en H 101 del generador 10 a partir de la macro-función de control M activa.

5 En otro modo de funcionamiento controlado, se conecta un autómatas programable o equivalente al puerto de comunicación 110b del dispositivo electrónico 1 y controla automáticamente el dispositivo 1 activando automáticamente una macro-función de control a la vez en función de un programa ejecutado por el autómatas.

10 En los ejemplos de realización antes mencionados, las macro-funciones se construyen a partir de las cuatro familias (F, A, T, C) de funciones elementales de control. En otra variante de realización, principalmente cuando el transductor no genera un movimiento vibratorio, sino que se utiliza por ejemplo para controlar el desplazamiento de un órgano o para generar un choque mecánico, la familia de Frecuencia F no es indispensable, y las macro-funciones pueden construirse a partir de tres familias (A, T, C).

15 En el marco de la invención, los argumentos Arg_1, Arg_2, \dots , de una o varias funciones de control no son necesariamente constantes en el tiempo, sino que pueden constituir igualmente unas variables que evolucionan en el tiempo en función de una ley de control programada, pudiendo particularmente tener en cuenta la evolución del sistema que está siendo controlado por el dispositivo electrónico de control.

20 Esta concepción bajo la forma de macro-funciones de control constituidas por funciones elementales parametrizables permite al usuario del dispositivo electrónico 1 desarrollar y poner a punto fácil y rápidamente una aplicación dada, parametrizando el dispositivo electrónico 1 universal con el fin de adaptarlo de manera específica al transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo de la aplicación. Esta concepción novedosa permite
25 igualmente al fabricante del dispositivo electrónico 1 configurar y hacer evolucionar fácilmente a este dispositivo 1, cambiando en la memoria 112, unas nuevas funciones de control elementales y/o modificando las funciones de control elementales existentes.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo electrónico (1) de control de aplicaciones que utiliza al menos un transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo, comprendiendo dicho dispositivo un generador eléctrico de potencia (10) adaptado para alimentar al menos un transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo con una señal de control (S), unos medios electrónicos de control (11) adecuados para controlar automáticamente el generador eléctrico de potencia utilizando una macro-función de control (M), y una memoria electrónica (112) en la que se almacenan:
- una primera familia (A) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (An), permitiendo cada función de control elemental de la primera familia (A) ajustar la amplitud de la señal de control (S),
 - una segunda familia (T) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Tn), permitiendo cada función de control elemental de la segunda familia (T) ajustar la duración de la señal de control (S),
 - una tercera familia (C) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Cn), permitiendo cada función de control elemental de la tercera familia (C) ajustar el ciclo de la señal de control (S),
 - al menos dicha macro-función de control (M), que está constituida por el conjunto de al menos tres funciones de control elementales elegidas respectivamente entre las tres familias de funciones de control (A, T, C) registradas en la memoria.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, en el que la memoria electrónica (112) contiene una cuarta familia (F) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Fn), permitiendo cada función de control elemental de la cuarta familia (F) ajustar la frecuencia de la señal de control (S), y en la que dicha macro-función de control (M) está constituida por el conjunto de al menos cuatro funciones de control elementales elegidas respectivamente entre las cuatro familias de funciones de control (A, T, C, F) registradas en la memoria.
3. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que al menos una función de control elemental de dicha macro-función de control (M) permite ajustar la amplitud o la duración o el ciclo o la frecuencia de la señal de control (S) en función de al menos un valor de regulación que está almacenado en la memoria electrónica (112).
4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la memoria electrónica (112) contiene varias macro-funciones de control (Mn) diferentes, que están constituidas cada una por el conjunto de al menos tres funciones de control elementales elegidas respectivamente entre la primera, segunda y tercera familias de funciones de control (A, T, C) registradas en la memoria, y preferentemente por el conjunto de al menos cuatro funciones de control elementales elegidas respectivamente entre la primera, segunda, tercera y cuarta familias de funciones de control (A, T, C; F) registradas en la memoria.
5. Dispositivo según la reivindicación 3, en el que la memoria electrónica (112) contiene el o los valores de regulación de las funciones de control elementales de una única macro-función de control (M).
6. Dispositivo según la reivindicaciones 3 y 4, en el que la memoria electrónica (112) contiene el o los valores de regulación de las funciones de control elementales predefinidas de cada macro-función de control (Mn) registrada en la memoria electrónica (112).
7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos un puerto de comunicación (110b) que permite realizar la comunicación del dispositivo (1) con una unidad de procesamiento electrónico programable (3), del tipo microordenador o autómatas programables.
8. Sistema de control de aplicaciones que utilicen al menos un transductor piezoeléctrico, electrostrictivo o magnetostrictivo, comprendiendo dicho sistema un dispositivo electrónico (1) mencionado en una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, y una unidad de procesamiento electrónico (3), que se puede conectar a dicho dispositivo electrónico.
9. Sistema según la reivindicación 8, en el que la unidad de procesamiento electrónico (3) permite, cuando está conectada al dispositivo electrónico (1), cargar en la memoria del dispositivo electrónico al menos una macro-función de control (M).
10. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 o 9, en el que la unidad de procesamiento electrónico (3) permite, cuando está conectada al dispositivo electrónico (1), cargar en la memoria (112) del dispositivo electrónico las funciones elementales de cada una de las familias de función ((A, F, T) o (A, F, T, C)).

11. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la unidad de procesamiento electrónico (3) permite, cuando está conectada al dispositivo electrónico (1), cargar en la memoria (112) del dispositivo electrónico (1) el o los valores de regulación de al menos una macro-función de control (M).
- 5 12. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 11, en el que la unidad de procesamiento electrónico (3), cuando está conectada a un dispositivo electrónico (1), permite a un usuario seleccionar una macro-función de control entre un conjunto de macro-funciones de control (Mn) registradas en la memoria del dispositivo, estando concebido el generador eléctrico de potencia (10) del dispositivo para ejecutar dicha macro-función de control que ha sido seleccionada.
- 10 13. Sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 8 a 12, en el que la unidad de procesamiento electrónico (3) comprende en la memoria al menos todas las funciones elementales de control registradas en el dispositivo electrónico (1), y un programa de construcción de macro-funciones que, cuando se ejecuta por la unidad de procesamiento electrónico, permite a un usuario construir una macro-función de control (M) a partir de dichas funciones de control elementales.
- 15 14. Dispositivo que comprende un generador eléctrico de potencia (10), unos medios electrónicos de control (11) adecuados para controlar automáticamente el generador eléctrico de potencia, unos medios electrónicos de procesamiento (3) y un programa informático que comprende un medio de código de programa informático adecuado para ser ejecutado por unos medios electrónicos de procesamiento (3), y que permiten, cuando se ejecuta por unos medios electrónicos de procesamiento (3), la construcción de macro-funciones de control (M) a partir de una primera familia (A) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (An), permitiendo cada una ajustar la amplitud de la señal de control (S) que se debe generar por un generador eléctrico de potencia (10), de una segunda familia (T) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Tn), permitiendo cada una ajustar la duración de dicha señal de control (S), y de una tercera familia (C) de funciones de control que comprende varias funciones de control elementales diferentes (Cn), permitiendo cada una ajustar el ciclo de dicha señal de control (S).
- 20 25 30 15. Dispositivo según la reivindicación 14, permitiendo el programa informático la construcción de macro-funciones de control (M) a partir igualmente de una cuarta familia (F) de funciones de control que comprende una o varias funciones de control elementales diferentes (Fn), permitiendo cada una ajustar la frecuencia de dicha señal de control (S).
- 35 40 45 16. Dispositivo que comprende un generador eléctrico de potencia (10), unos medios electrónicos de control (11) adecuados para controlar automáticamente el generador eléctrico de potencia, unos medios electrónicos de procesamiento (3) y un programa informático que comprende un medio de código de programa informático adecuado para ser ejecutado por unos medios electrónicos de procesamiento (3), y que permiten, cuando se ejecuta por los medios electrónicos de procesamiento (3), el parametrizado de una macro-función de control (M), macro-función de control (M) que comprende una primera función de control elemental (An), que permite ajustar, preferentemente en función de al menos un valor de regulación, la amplitud de la señal de control (S) que se debe generar por un generador eléctrico de potencia (10), y una segunda función de control elemental (Tn), que permite ajustar la duración de dicha señal de control (S), preferentemente en función del menos un valor de regulación, y una tercera función de control elemental (Cn), que permite ajustar el ciclo de la señal de control (S), preferentemente en función de al menos un valor de regulación, permitiendo dicho programa a un usuario definir el o los valores de regulación de la o de las funciones elementales de control.
- 50 17. Dispositivo según la reivindicación 16, permitiendo el programa informático el parametrizado de una macro-función de control (M) que comprende igualmente una cuarta función de control elemental (Fn), que permite ajustar la frecuencia de dicha señal de control (S), preferentemente en función de al menos un valor de regulación.

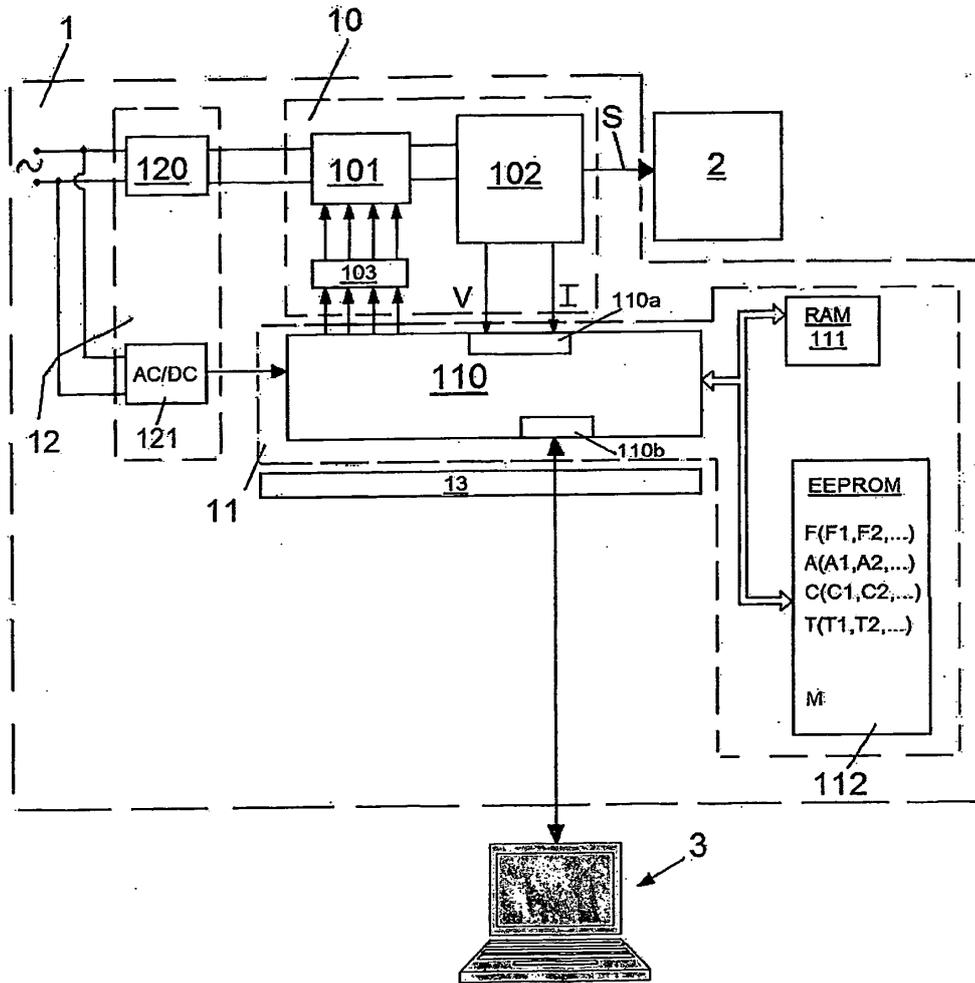


FIG. 1

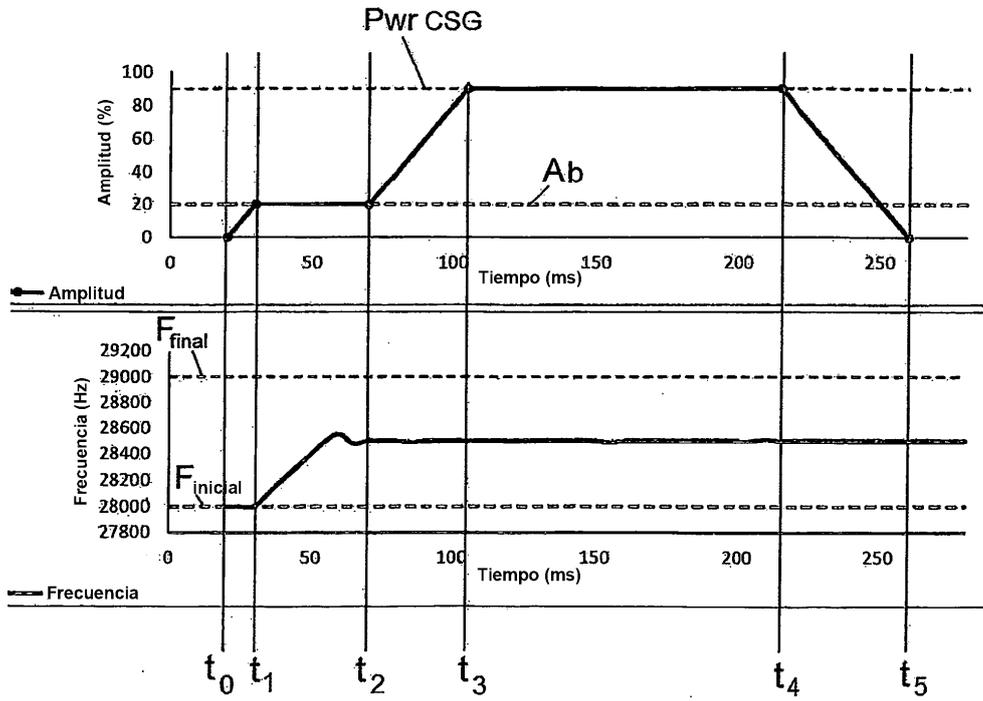


FIG. 2

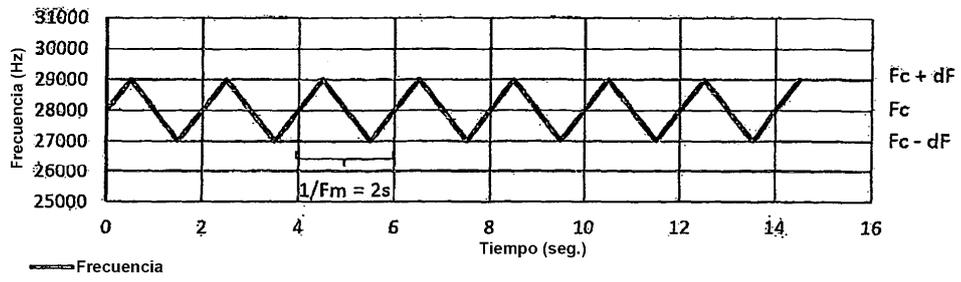


FIG.3

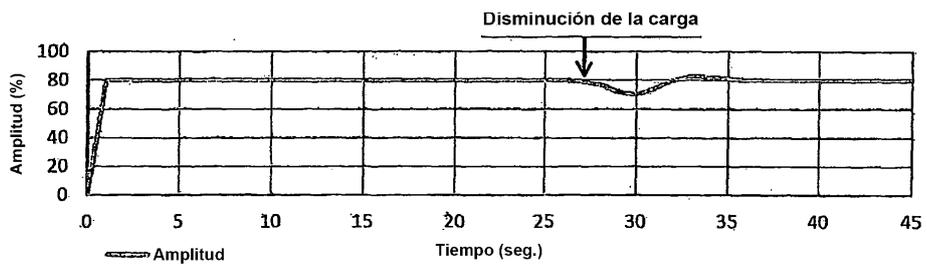


FIG.4

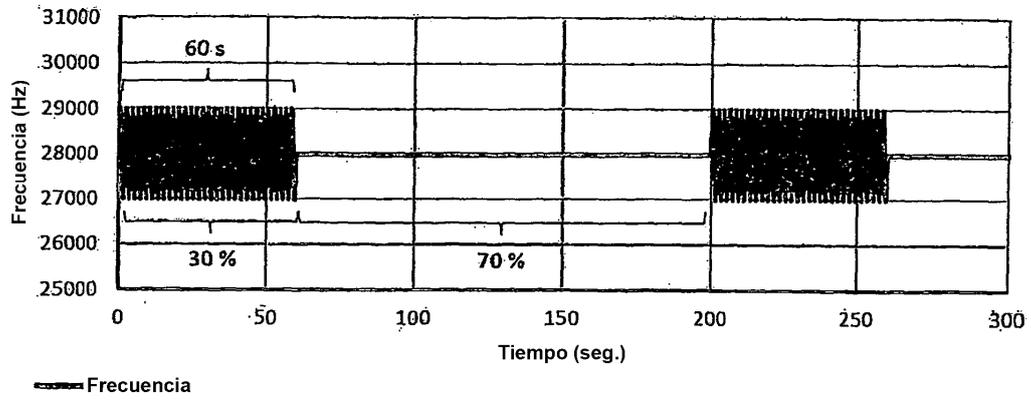


FIG.5

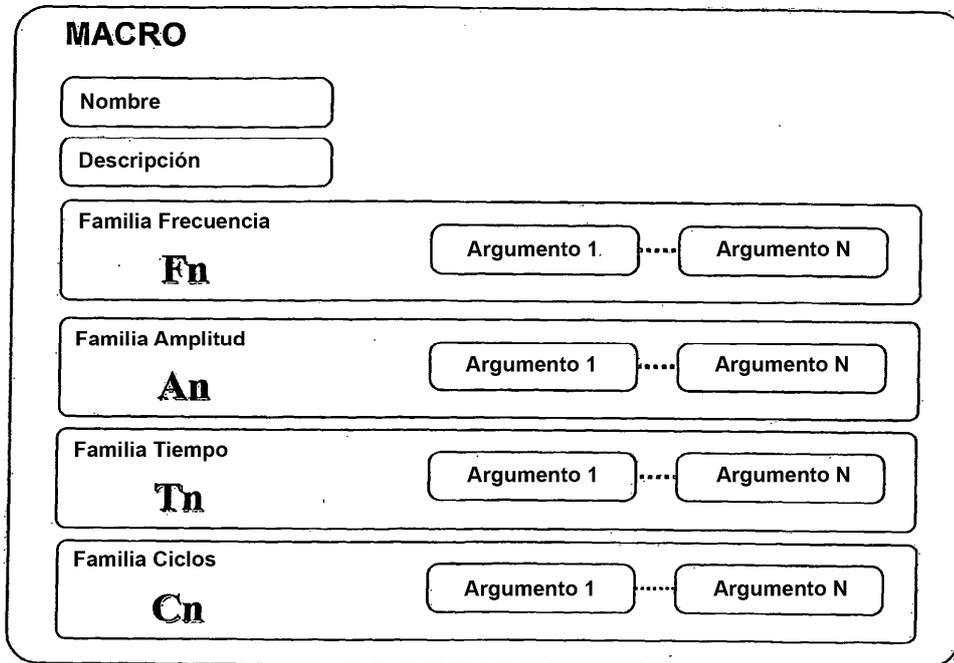


FIG.6