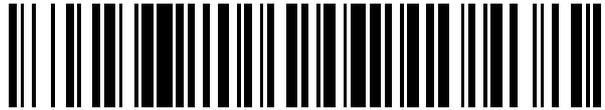


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 543 193**

51 Int. Cl.:

B06B 1/02

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.12.2002 E 02783301 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2015 EP 1450967**

54 Título: **Sistema generador de ultrasonidos**

30 Prioridad:

05.12.2001 GB 0129139

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
17.08.2015

73 Titular/es:

**SRA DEVELOPMENTS LIMITED (100.0%)
Bremridge House, Bremridge, Ashburton New
Abbot
South Devon TQ13 7JX, GB**

72 Inventor/es:

**YOUNG, MICHAEL JOHN RADLEY;
YOUNG, STEPHEN MICHAEL RADLEY y
PEARSE, NEIL CHRISTOPHER**

74 Agente/Representante:

URÍZAR ANASAGASTI, Jesús María

ES 2 543 193 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

Sistema generador de ultrasonidos

- 5 La presente invención se refiere a un sistema generador de ultrasonidos. Más específicamente, pero no exclusivamente, se refiere a un sistema generador capaz de alcanzar y de mantener una frecuencia de torsión de resonancia que se aplica a una guía de ondas.
- 10 Una guía de ondas de torsión tiene un gran número de frecuencias naturales, solo unos pocas de las cuales son útiles. La mayoría de las condiciones resonantes están en un modo de flexión, lo cual no es deseable.
- 15 De manera ideal, un circuito de accionamiento convencional podría alimentar a una guía de onda torsionalmente vibrátil delgada y alargada. Sin embargo, existen dificultades cuando se desea usar una resonancia de modo de torsión única puesto que esto necesitaría separarse por una diferencia de frecuencia de al menos 1,0 kHz de cualquiera de los modos resonantes alternativos para un circuito convencional para ser suficiente. En la práctica, tales guías de onda muestran unos modos resonantes alternativos dentro de unos pocos cientos de Hz de un modo deseado.
- 20 Se conoce a partir del documento GB2356311A cómo proporcionar un aparato para controlar un dispositivo ultrasónico que comprende una unidad de microprocesador y un circuito oscilador de barrido.
- Se conoce a partir del documento EP1014575A1 cómo proporcionar un método para buscar y establecer una frecuencia de resonancia para una carga impeditiva y un sintonizador para realizar un método de este tipo.
- 25 Se conoce a partir de la solicitud de patente europea N° 1025806A cómo proporcionar un dispositivo quirúrgico ultrasónico en el que la circuitería almacena una frecuencia para una condición de resonancia y restaura la señal a esa condición siempre que detecte un condición de no resonancia.
- 30 Esto no es una disposición flexible y no es idealmente adecuado para los modos de vibración de torsión.
- Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un sistema que incluya un circuito de control de generación de frecuencia inteligente.
- 35 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de generación de una señal ultrasónica que comprende las etapas de realizar una primera de exploración de la señal generada a través de una parte predeterminada de la señal; determinar el número de modos de resonancia dentro de la parte predeterminada y las frecuencias de los mismos; caracterizado por seleccionar a partir de dichos modos de resonancia, o bien un modo que está a una frecuencia central o a una frecuencia más cercana al centro de la parte predeterminada.
- 40 Preferentemente, el método comprende además establecer límites de exploración en cada lado del modo de resonancia seleccionado.
- Ventajosamente, dichos límites de exploración abarcan un intervalo de frecuencias sustancialmente más pequeño que dicha parte predeterminada de la señal, opcionalmente menor que un décimo de los mismos.
- 45 Cada vez que el generador se activa, el sistema puede realizar una segunda exploración dentro de dichos límites de exploración para seleccionar una frecuencia óptima dentro de los mismos.
- 50 Durante el uso del sistema, el modo de resonancia seleccionado puede seguirse dentro de límites estrechos.
- Tal seguimiento debería tener en cuenta las derivaciones de frecuencia debidas a los efectos térmicos o a los cambios en la carga aplicada.
- 55 El método puede comprender la etapa de detener la generación de la señal en respuesta a una condición de error.
- Dicha condición de error puede comprender un cambio discontinuo en la frecuencia del modo de resonancia seleccionado.
- 60 De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un sistema generador de ultrasonidos que comprende unos medios para generar vibraciones ultrasónicas y unos medios de circuito de control para los mismos, caracterizado por que el sistema está adaptado para realizar el método como se ha descrito anteriormente.
- 65 Preferentemente, el sistema comprende unos medios de guía de onda para dichas vibraciones ultrasónicas, conectados de manera operativa a dichos medios de generación.

Ventajosamente, el sistema comprende medios de alerta para indicar errores en el funcionamiento del sistema a un usuario.

5 Opcionalmente, los medios de alerta pueden comprender medios de visualización, tales como unos medios de pantalla de cristal líquido.

Como alternativa o adicionalmente, los medios de alerta pueden comprender unos medios de alerta audibles.

10 Preferentemente, dichas vibraciones ultrasónicas son vibraciones en un modo de torsión.

A continuación, se describirá más específicamente una realización de la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15 La figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de bloques de una estructura de control que incorpora la invención;

La figura 2 muestra esquemáticamente un diagrama de flujo del sistema;

La figura 3 muestra esquemáticamente un diagrama de seguimiento del sistema; y

La figura 4 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema que incorpora la invención.

20 El sistema usa un microprocesador (no mostrado) con diversos puertos A a D de interfaz para monitorizar las formas de onda de corriente, lo que permite la detección de cualquiera de las condiciones de resonancia en el sistema mecánico. Las guías de ondas y los conjuntos transductores acoplados cercanos impulsados por el sistema son bastante reproducibles y cada uno muestra un modo de resonancia no deseado dentro de los 200-400 Hz a ambos lados de la resonancia de modo de torsión de destino. En casi todos los casos, el modo de destino puede reproducirse dentro de los 100-200 Hz entre los sistemas y normalmente tiene modos rechazables a ambos lados.

Con el fin de configurar el sistema, el procesador explora a través de un intervalo de frecuencia preestablecido, tomando nota de la posición de los tres modos de resonancia alrededor de la frecuencia de destino.

30 A continuación, se selecciona el modo central, o si solo se han encontrado dos modos, se selecciona el más cercano a la frecuencia de destino. A continuación, el sistema establece los límites de exploración a ambos lados de la frecuencia de destino establecida para permitir el control del modo de resonancia elegido. Por lo general, la ventana definida por estos límites de exploración cubre un intervalo de frecuencia mucho más pequeño que la exploración usada para configurar el sistema.

35 En la presente realización, la guía de onda se usa de forma intermitente, en ráfagas cortas. Esto es usual para hacer funcionar el generador por medio de un interruptor de pedal, aunque pueden usarse otros métodos.

40 En este caso, en cada operación del interruptor de pedal y de este modo la activación del generador, el sistema realizará una segunda exploración, comprobando solo que existe un modo de resonancia dentro de la ventana especificada por el intervalo de exploración establecido anteriormente. En el caso de que la frecuencia se haya movido ligeramente, se establecerá una nueva frecuencia óptima.

45 A continuación, el sistema entra en una fase de seguimiento que continuará durante el tiempo que se presione el pedal, o hasta que se descubra un error irremediable. Esto permite al sistema tener en cuenta las desviaciones de frecuencia debidas a los efectos térmicos, o a los cambios en la carga aplicada.

50 El sistema comprende una LCD (pantalla de cristal líquido), en la que se muestran los mensajes de estado del sistema y de error. Por ejemplo, si la guía de ondas, que puede ser el auricular de un instrumento quirúrgico, no está conectada correctamente al sistema en el arranque, se muestra el mensaje "NO AURICULAR".

55 En algunos casos, los auriculares de los instrumentos quirúrgicos pueden llegar a tener la superficie dañada si entran en contacto con el hueso, en lugar de con tejidos blandos, que pueden alterar los modos de resonancia de la guía de ondas. Si tal alteración es significativa, debería detectarse por o la segunda exploración o la fase de seguimiento como un error. En este caso, el generador se detiene y el mensaje "REEMPLAZAR EL AURICULAR" se mostrará en la pantalla LCD. El sistema también tiene una advertencia audible, como un zumbador, para corresponderse con estos mensajes LCD.

60 Con referencia ahora a la figura 1 de los dibujos, se muestra una estructura de control, que empieza en la fase 1, en la que se configuran los puertos, una LCD y las conexiones UART. Se muestra un mensaje en la LCD para indicar que el sistema está listo. Un mensaje de sistema listo y los resultados de configuración del hardware se envían a través de las UART con fines de diagnóstico. Si se detectase un fallo grave de hardware, la fase 2 termina el programa y se muestra un mensaje de error en la LCD, y los datos de diagnóstico se envían a través de las UART.

65 Si no se detecta ningún fallo grave de hardware, la fase 3 inicia una exploración para detectar cada caída dentro de la ventana de funcionamiento, midiendo su magnitud. Si se encuentra una caída que satisface el requisito mínimo de

magnitud, la exploración de la fase 3 devuelve un éxito. Un interruptor de pedal debe presionarse durante la duración de la exploración de la fase 3, cuya exploración establece una ventana alrededor de la frecuencia de funcionamiento óptima.

5 En el caso de que la exploración de la fase 3 falle, actúa una fase 5 de alerta para mostrar un mensaje de error en la LCD, y suena un zumbador para avisar al usuario.

10 Cuando se vuelve a presionar el interruptor de pedal en la fase 4, una fase 6 de microexploración comprueba que solo hay una caída dentro de la ventana especificada por la exploración de la fase 3. En este caso se establece la frecuencia óptima a la que se iniciará el seguimiento (véase a continuación). Si no es así, una fase 7 de alerta adicional muestra otro mensaje de error en la LCD, y suena un zumbador para alertar al usuario.

15 Si la fase 6 de microexploración indica un éxito, sigue una fase de seguimiento 8 en la que se sigue la frecuencia óptima mientras el transductor está en uso. La fase de seguimiento 8 termina cuando se libera el interruptor de pedal (para terminar el funcionamiento del transductor), o si se detecta un error. Si hay un error, como se determina en la fase 9, el sistema vuelve a la fase 4 y espera una presión renovada sobre el interruptor de pedal. Si no existe un error, el tiempo de inactividad se comprueba en la fase 10 y si debería ser menor que un tiempo predeterminado, tal como dos segundos, el sistema vuelve a la fase de seguimiento 8. Si el período es mayor, se detiene el sistema, esperando una presión renovada sobre el interruptor de pedal.

20 Haciendo referencia ahora a la figura 2, un diagrama de flujo del sistema de exploración comienza en la fase 11, en la que un marcador de frecuencia inferior se establece como F_0 .

25 Después de un retraso en la fase 12 de aproximadamente 5 ms para permitir que se inicie el hardware, se aplica una corriente de carga de muestra en la fase 13 usando un microcontrolador ADC, y su valor se almacena en una memoria intermedia de muestra.

30 Si la memoria intermedia de muestra no está llena, el sistema vuelve a la fase 13. Si está llena, en la fase 14 los valores de la muestra $Y(n)$ a $Y(n-16)$ se promedian, excluyendo el valor central $Y(n-8)$. El resultado se almacena en la memoria intermedia media 15.

35 Si la memoria intermedia media 15 no está llena, el sistema vuelve de nuevo a la fase 13. Sin embargo, si la memoria intermedia media está llena, $Av(n-8)$ y $Av(n-16)$ se comparan con $Y(n-8)$ en la fase 16. Si ambas medias $Av(n-8)$ y $Av(n-16)$ son más altas que $Y(n-8)$, se llega a la conclusión de que se ha detectado una caída.

A continuación, en la fase 17, si el valor de la muestra central $Y(n-8)$ es menor que el valor anteriormente registrado, el valor anterior se descarta e $Y(n-8)$ y su frecuencia se registran en el registro de caída.

40 Si la entrada del registro de caída actual es distinta de cero entonces se ha detectado una caída. En la fase 18, si no hay un registro de una caída dentro de los 100 Hz antes de la caída, esta entrada se confirma en el registro. Si hay una entrada dentro de los 100 Hz, se elige la entrada que ha producido la corriente más baja y la otra se descarta. Esto se confirma como una caída válida, y se aumenta la memoria intermedia del registro de caída.

45 Si no se ha alcanzado el marcador de frecuencia más alto en la fase 19, el sistema se incrementa F_0 en la fase 20, y después de un retraso en la fase 21, el sistema vuelve a la fase 13. Cuando se alcanza el marcador de frecuencia más alto en la fase 19, la microexploración finaliza y los resultados se analizan en la fase 22.

50 En este punto, si se han detectado tres caídas en la fase 23, se llega a la conclusión de que la frecuencia media es la óptima.

55 Si no es así, y solo se detectan dos caídas en la fase 24, se calcula la media de las dos frecuencias en la fase 25. Si la media es más alta que el marcador de frecuencia central, entonces la conclusión es que la frecuencia óptima es la más baja de las dos caídas detectadas. Si la media es más baja que el marcador de frecuencia central, entonces la conclusión es que la frecuencia óptima es la más alta de las dos caídas detectadas.

Si solo se detecta un caída en la fase 26, se puede concluir que esta es la frecuencia óptima.

Si no se detectan caídas, la exploración debe haber fallado.

60 Haciendo referencia ahora a la figura 3, que muestra un diagrama de seguimiento del sistema, el seguimiento comienza en la fase 27, en la que el VCO se establece a la frecuencia óptima como se ha seleccionado anteriormente por la microexploración.

65 Después de un retraso de los dichos 5 ms en la fase 28 para permitir que la carga se establezca, el sistema entra en un bucle en la fase 29, continuando el bucle 30 hasta que una variable i , que comienza en cero y se incrementa en uno por cada ciclo del bucle 30, se hace mayor que o igual a la longitud l de la matriz de modulación.

En el bucle 30, mientras que $i < l$, la frecuencia VCO se establece de acuerdo con la ecuación:

$$F_0 = F_c + M_a(i)$$

5 Después de esperar aproximadamente 1 ms para que se asiente el hardware, se muestrea la corriente de carga y el valor muestreado se almacena en la memoria intermedia de muestra junto con la frecuencia (F_0). A continuación, el sistema vuelve al ciclo de la fase 29, incrementando i por uno, y compara i y l una vez más.

10 Cuando i ha aumentado hasta ser $\geq l$, la conclusión en la fase 31 es que la frecuencia que ha producido la corriente de carga más baja es la óptima (a partir del análisis de los datos en la memoria intermedia de muestra). Entonces F_c se establece a esta frecuencia.

15 Si, en la fase 32, se está presionando el interruptor de pedal operativo, el sistema vuelve al ciclo de la fase 29. Si no es así, se termina el seguimiento.

Haciendo referencia ahora a la figura 4, se muestran los componentes del circuito de control.

20 Una corriente de realimentación de CA se introduce en un filtro de paso bajo de primer orden y en el atenuador 40, a continuación, en un rectificador de precisión 41 y en un filtro de paso bajo de segundo orden 42. La señal resultante se pasa a continuación a un microcontrolador 43 a través de su terminal AN/IP 1.

25 Un primer conjunto de salidas 46 del microcontrolador 43 emite una señal que forma una entrada digital de un DAC (convertidor digital analógico) 47. La tensión de salida V_{sal} del DAC 47 forma la tensión de entrada V_{ent} del VCO 48 conectado al mismo. La señal de salida F_{sal} del VCO 48 se combina con una señal de conteo de frecuencia de una segunda salida 49 del microcontrolador 43, y la señal combinada se pasa a un primer terminal de entrada 50 de una puerta de control 51. La puerta de control 51 tiene un segundo terminal de entrada 52 conectado a un tercera salida (EN) 56 del microcontrolador 43, un tercer terminal de entrada 53 conectado a un monitor de sobretemperatura de amplificador, y un cuarto terminal de entrada 54 conectado al interruptor de pedal operativo. El terminal de salida 55 de la puerta 51 responde a las señales suministradas y se conecta a un amplificador 57 de Clase D, una señal de salida de la puerta 51 se convierte en una señal de entrada F_{ent} para el amplificador 57. El amplificador 57 se alimenta a través de un regulador de tensión HT 58. Su señal de salida se pasa a una red de adaptación 59, que tiene unas salidas de carga +ve y -ve 60, y también emite una realimentación de corriente (CA) 61.

35 El microcontrolador 43 se proporciona con una LCD 44 para visualizar los mensajes de error y, preferentemente, un zumbador 45 para alertar a un usuario en el caso de errores. A través de su cuarta salida (UART) 62, el microcontrolador 43 se conecta a un convertidor de CMOS a RS332 63, que tiene un puerto RS232 64 para las señales de diagnóstico.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método de generar una señal ultrasónica que comprende las etapas de realizar una primera exploración de la señal generada sobre una parte predeterminada de la señal (3); determinar un número de modos de resonancia dentro de la parte predeterminada y las frecuencias de los mismos (22);
- 10 **caracterizado por** seleccionar a partir de dichos modos de resonancia el modo que está en o más cerca de una frecuencia de destino dentro de dicha parte predeterminada de la señal; y establecer los límites de exploración en cada lado del modo de resonancia seleccionado, en el que dichos límites de exploración son una fracción predeterminada de dicha parte predeterminada de la señal.
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dichos límites de exploración cubren menos de un décimo del intervalo de frecuencias de dicha parte predeterminada.
- 20 3. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 o 3, en el que cada vez que se activa el generador, el sistema realiza una segunda exploración dentro de dichos límites de exploración para seleccionar una frecuencia óptima dentro de los mismos.
- 25 4. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el modo de resonancia seleccionado se sigue dentro de unos límites estrechos durante el uso del sistema.
- 30 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que tal seguimiento se tiene en cuenta para las desviaciones de frecuencia debidas a los efectos térmicos.
- 35 6. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que tal seguimiento se tiene en cuenta para las desviaciones de frecuencia debidas a los cambios en la carga aplicada.
- 40 7. Un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende la etapa de detener la generación de la señal en respuesta a una condición de error.
- 45 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, en el que la condición de error comprende un cambio discontinuo en la frecuencia de los modos de resonancia seleccionados.
9. Un sistema para generar una señal ultrasónica que comprende unos medios para generar vibraciones ultrasónicas y unos medios de circuito de control para los mismos, **caracterizado por que** el sistema está adaptado para realizar un método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
10. Un sistema de acuerdo con la reivindicación 9, que comprende además unos medios de guía de onda para dichas vibraciones ultrasónicas conectadas de manera funcional a dichos medios de generación.
11. Un sistema de acuerdo con cualquiera de la reivindicación 9 o la reivindicación 10, que comprende unos medios de alerta (44, 45) para indicar a un usuario los errores en el funcionamiento del sistema.
12. Un sistema de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 11, en el que las vibraciones ultrasónicas son vibraciones en un modo de torsión.

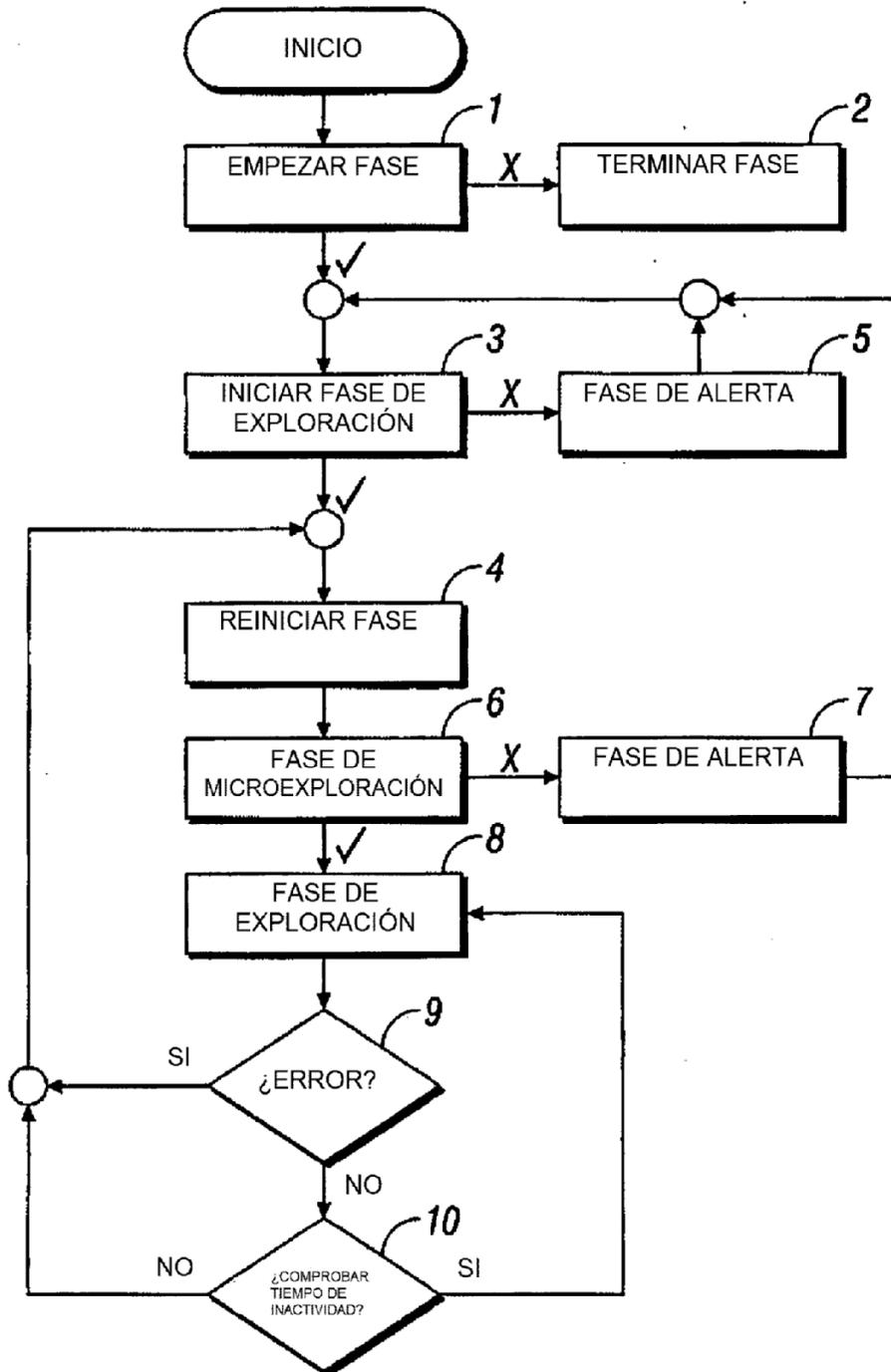


FIG. 1

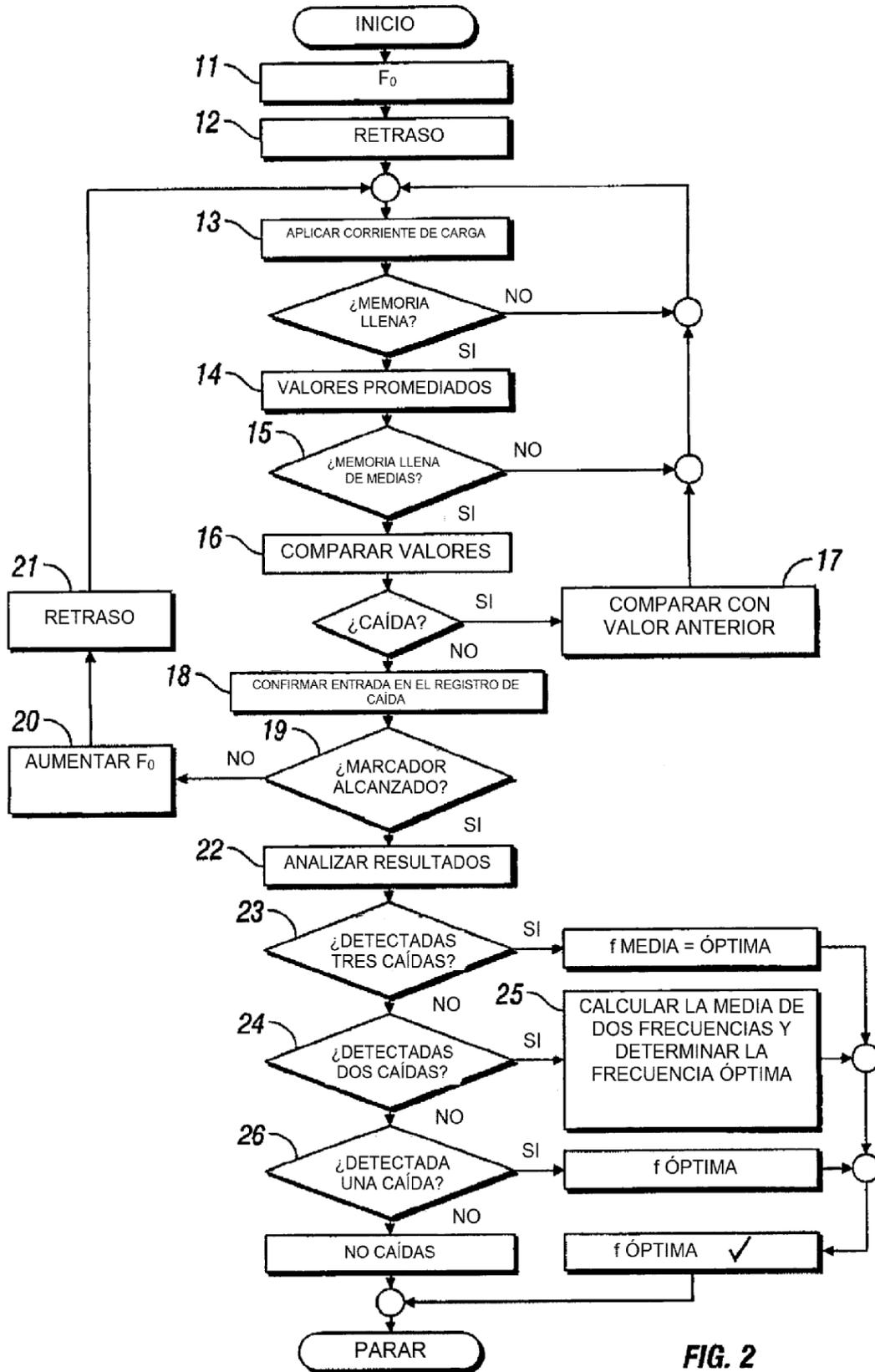


FIG. 2

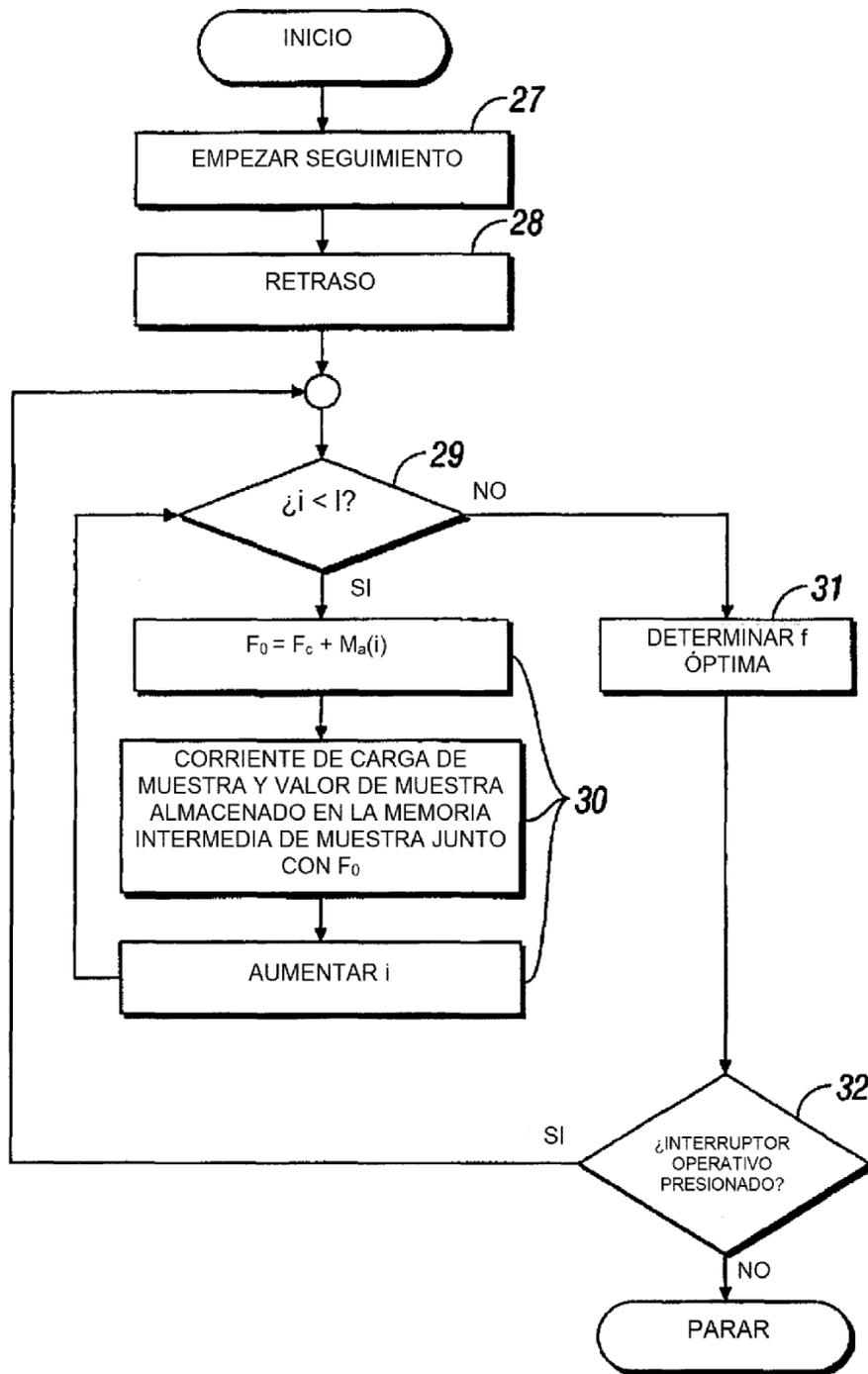


FIG. 3

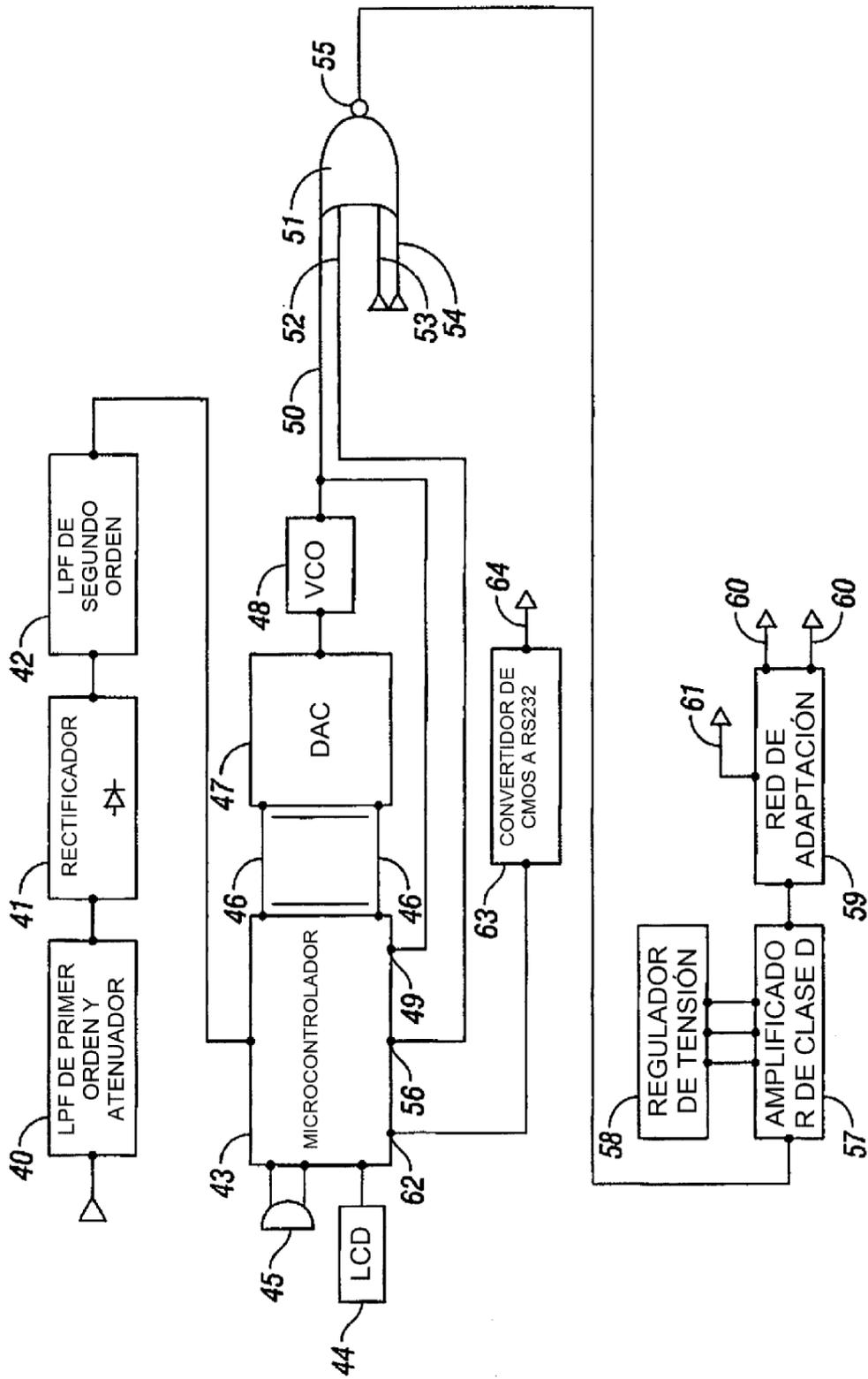


FIG. 4