

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 581**

51 Int. Cl.:

B06B 1/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2006** **E 06013098 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018** **EP 1738836**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para la puesta en marcha de un sistema de vibración ultrasónico**

30 Prioridad:

01.07.2005 DE 102005030764

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

12.12.2018

73 Titular/es:

**MARTIN WALTER ULTRASCHALLTECHNIK AG
(100.0%)
Hardtstrasse 13
75334 Straubenhardt, DE**

72 Inventor/es:

SCHIEF, DIETER

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 693 581 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

Procedimiento y dispositivo para la puesta en marcha de un sistema de vibración ultrasónico

5 La invención se refiere a un procedimiento según el preámbulo de la reivindicación 1, para el manejo de un sistema de vibración ultrasónico consistente en un oscilador ultrasónico y componentes que lo complementan dando lugar a un circuito oscilante, y a una disposición de conmutación según el preámbulo de la reivindicación 4, para el manejo de un sistema de vibración ultrasónico según el procedimiento mencionado anteriormente.

10 Un procedimiento de este tipo, así como una disposición de conmutación de este tipo se conocen del documento EP 0 662 356 A. En el procedimiento se aplica en el sistema de vibración ultrasónico una tensión de excitación para la generación de una corriente de excitación, cuya frecuencia puede ajustarse para el manejo del sistema de vibración ultrasónico en la frecuencia de resonancia en paralelo del sistema de vibración ultrasónico. Para determinar la frecuencia de resonancia en paralelo se ajusta durante la puesta en marcha del oscilador ultrasónico en primer lugar una frecuencia de inicio, la cual es más alta que la frecuencia de resonancia en paralelo. Se mide el ángulo de fase entre la corriente de excitación y la tensión de excitación del oscilador ultrasónico. Cuando éste no es igual a cero se reduce gradualmente la frecuencia, hasta que se alcanza el paso cero de fase. Tras ello se regula la frecuencia al paso cero de fase para manejar un amplificador que sirve para el control del oscilador ultrasónico con la corriente reactiva más baja. En el segundo paso de soldadura un software reduce la posición de la frecuencia de inicio, que tras ello ya solo se encuentra a razón de algunos 10 Hz por encima de la frecuencia de resonancia en paralelo.

20 Del documento GB 2 356 311 A se conoce un procedimiento para manejar un sistema de vibración ultrasónico, en cuyo caso el sistema de vibración ultrasónico se maneja mediante un generador por ultrasonidos controlado por microprocesador en su frecuencia de resonancia. Para ello se maneja el sistema en un nuevo inicio en una frecuencia modificable por un intervalo de frecuencias determinado, determinándose y memorizándose la frecuencia de resonancia del sistema. Tras ello se maneja el sistema en esta frecuencia. La frecuencia de resonancia se determina al acelerarse o al reiniciarse el microprocesador y tras ello ya no se modifica. A no ser que el usuario quiera modificar el ajuste o se use un nuevo sistema mecánico.

25 Se conoce además de ello del documento US 4 879 528 A una disposición de conmutación con un amplificador, el cual presenta una salida, la cual pone a disposición la tensión de excitación, así como la corriente de excitación para el sistema de vibración ultrasónico. La disposición de conmutación tiene un oscilador, cuya frecuencia puede ajustarse en la entrada de control. La salida del oscilador está conectada con la entrada del amplificador. El oscilador presenta una entrada de control, la cual está conectada con la salida de un generador de rampas. Éste proporciona una tensión de salida en forma de rampa. Para la medición de la diferencia de fases entre la corriente y la tensión la disposición de conmutación tiene un detector de fases. La frecuencia se ajusta en el punto de trabajo de tal manera que el ángulo de fase y la impedancia resultan mínimos.

35 En el caso de dispositivos de soldadura por ultrasonidos se requiere que la introducción de energía en una correspondiente herramienta sea constante. Es necesario de esta manera en particular en el caso de dispositivos de soldadura por ultrasonidos, que la amplitud de vibración del sistema de vibración ultrasónico sea constante. Dado que la introducción de energía en una correspondiente pieza de trabajo depende de la amplitud de vibración que lleva a cabo el cabezal de soldadura, lo cual quiere decir, que la introducción de energía en una correspondiente pieza de trabajo depende de la amplitud de vibración que lleva a cabo el sistema de vibración ultrasónico. Dado que la amplitud de vibración del sistema de vibración ultrasónico depende de la corriente de excitación del sistema de vibración ultrasónico consistente en un oscilador ultrasónico y en componentes que complementan el mismo dando lugar a un circuito oscilante, la amplitud de vibración del sistema de vibración ultrasónico se mantiene constante debido a que la corriente de excitación del sistema de vibración ultrasónico se mantiene constante.

45 Para poder controlar la corriente de excitación el sistema de vibración ultrasónico no funciona con una resonancia en serie, sino regularmente con una frecuencia que se encuentra entre la resonancia en serie y la resonancia en paralelo del sistema de vibración ultrasónico. Dado que mediante la modificación de la frecuencia, con la cual se maneja el sistema de vibración ultrasónico, cambia la impedancia del sistema de vibración ultrasónico, puede modificarse mediante la modificación de la frecuencia de manejo del sistema de vibración ultrasónico la corriente por el sistema de vibración ultrasónico.

50 Si cambia durante el funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico, por ejemplo, debido a influencias exteriores, la corriente a través del sistema de vibración ultrasónico, se modifica la frecuencia de la tensión de excitación aplicada al sistema de vibración ultrasónico hasta que la corriente de excitación del sistema de vibración ultrasónico vuelve a alcanzar su valor anterior.

55 Para alcanzar el punto de trabajo se modifica la frecuencia de la tensión de excitación partiendo de un valor inicial hasta que la corriente de excitación ha alcanzado su valor predeterminado. La frecuencia de inicio se encuentra regularmente en aproximadamente de 2 a 5 por ciento por encima de la frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico y de esta manera regularmente también por encima de su frecuencia de resonancia en paralelo. La separación relativamente grande de la frecuencia de inicio del punto de trabajo del sistema de vibración ultrasónico es necesaria para que quede garantizado que la frecuencia de inicio se encuentra también por encima de

la frecuencia de punto de trabajo del sistema de vibración ultrasónico cuando el punto de trabajo ha cambiado por ejemplo debido a una evolución de la temperatura del sistema de vibración ultrasónico.

5 Si se reduce la frecuencia de la tensión de excitación, aumenta la impedancia del sistema de vibración ultrasónico hasta alcanzar la frecuencia de resonancia en paralelo, debido a lo cual se reduce la corriente de excitación. Tras superarse la frecuencia de resonancia en paralelo se reduce la impedancia del sistema de vibración ultrasónico, de manera que la corriente de excitación aumenta. Cuando la corriente de excitación alcanza su valor predeterminado, el sistema de vibración ultrasónico se encuentra en su punto de trabajo, tras lo cual se inicia la regulación, mediante la cual se mantiene constante la corriente de excitación.

10 Mediante la modificación de frecuencia relativamente alta que ha de pasar la tensión de excitación al ponerse en marcha el sistema de vibración ultrasónico resulta un retardo hasta que el sistema de vibración ultrasónico ha alcanzado su estado de funcionamiento. El tiempo hasta alcanzar el estado de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico puede ser de varios cientos de milisegundos. Esto es muy desventajoso, dado que debido a ello el proceso de soldadura y con ello el tiempo de ciclo de un dispositivo de soldadura por vibración, se alargan.

15 Es tarea de la invención configurar de tal manera un procedimiento mencionado inicialmente o una disposición de conmutación mencionada inicialmente, que el tiempo hasta alcanzar el punto de trabajo sea reducido.

La solución de esta tarea resulta de las características de la parte caracterizadora de las reivindicaciones 1 y 4. De las reivindicaciones secundarias resultan perfeccionamientos ventajosos de la invención.

20 Según la invención un procedimiento para el manejo de un sistema de vibración ultrasónico, en cuyo caso se aplica en un sistema de vibración ultrasónico consistente en un oscilador ultrasónico y en componentes que lo complementan dando lugar a un circuito oscilante, para la generación de una corriente de excitación, una tensión de excitación, cuya frecuencia para el manejo del sistema de vibración ultrasónico puede ajustarse en un punto de trabajo predeterminado, modificándose durante la puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico partiendo de una frecuencia de inicio la frecuencia hasta que se alcanza el punto de trabajo, detectándose durante la desconexión del sistema de vibración ultrasónico la frecuencia de la tensión de excitación y usándose el valor detectado durante la siguiente puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico para la determinación de la frecuencia de inicio, se caracteriza porque para la corriente en el punto de trabajo se predetermina un valor en el cual la frecuencia se encuentra entre la resonancia en serie y la resonancia en paralelo del sistema de vibración ultrasónico, y que la corriente de excitación se regula en este valor de corriente.

30 Además de ello, según la invención una disposición de conmutación para manejar un sistema de vibración ultrasónico según el procedimiento mencionado anteriormente, con un amplificador con una entrada y una salida, poniendo a disposición la salida la tensión de excitación, así como la corriente de excitación para el sistema de vibración ultrasónico, con un oscilador, cuya frecuencia puede ajustarse en una entrada de control y cuya salida está conectada con la entrada del amplificador, así como un generador de rampas, el cual en su salida, que está conectada con la entrada de control del oscilador, pone a disposición una tensión de salida en forma de rampa, y con una memoria, para memorizar la correspondiente última frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico antes de la desconexión, se caracteriza porque la disposición de conmutación presenta un circuito de regulación para regular la corriente de excitación a un valor teórico que fluye en el punto de trabajo a través del sistema de vibración ultrasónico, y que el valor teórico puede ajustarse mediante un generador de valor teórico de tal manera que la frecuencia en el punto de trabajo queda entre la resonancia en serie y la resonancia en paralelo del sistema de vibración ultrasónico.

45 Debido a que la disposición de conmutación según la invención presenta una memoria para memorizar la correspondiente última frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico antes de desconectarse, existe de manera ventajosa la posibilidad de tener en consideración el correspondiente valor de la frecuencia en el cual se manejó el sistema de vibración ultrasónico directamente antes de la desconexión, esto quiere decir, al terminarse un ciclo de funcionamiento, durante la siguiente puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico. Esto quiere decir que la frecuencia de inicio durante el siguiente ciclo de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico puede elegirse de tal manera que se encuentre en proximidad directa al punto de trabajo. Debido a ello se acorta de manera notable el tiempo hasta alcanzarse el punto de trabajo del sistema de vibración ultrasónico. Ya no es necesario elegir la frecuencia de inicio debido a motivo de seguridad de funcionamiento de tal manera que se encuentre claramente por encima de la frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico.

55 Una frecuencia de inicio que se encuentre relativamente bastante por encima de la frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico ha de elegirse solo cuando el sistema de vibración ultrasónico haya estado durante mucho tiempo fuera de funcionamiento. Esto quiere decir que si el sistema de vibración ultrasónico no ha estado en funcionamiento durante tanto tiempo que el punto de trabajo podría haberse modificado esencialmente por ejemplo debido a una evolución de la temperatura, la frecuencia de inicio no se conforma a partir del último valor detectado de la frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico, sino que se tiene en consideración una frecuencia de inicio, la cual se corresponde con un valor de inicio predeterminado. Un funcionamiento de inicio no se lleva a cabo por lo tanto solo en caso de la primera puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico, sino en caso de cada puesta en marcha tras una pausa larga.

5 Durante el funcionamiento cíclico del sistema de vibración ultrasónico la frecuencia de inicio se conforma por el contrario a partir del correspondiente último valor detectado de la frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico. De manera ventajosa la frecuencia de inicio se forma a partir del valor detectado de la frecuencia de funcionamiento y un valor de frecuencia de desfase, como está previsto en una forma de realización particular de la invención. Debido a ello puede asegurarse de manera ventajosa que puedan tenerse en consideración modificaciones mínimas del punto de trabajo durante el tiempo de detención de un ciclo de funcionamiento. De manera ventajosa el valor de frecuencia de desfase es de por ejemplo 0,2 por ciento a 5 por ciento, en particular de 0,5 por ciento a 2,6 por ciento, preferentemente de 1,0 por ciento de la frecuencia de punto de trabajo. Ha podido verse que con un valor de frecuencia de desfase de este tipo puede garantizarse un funcionamiento libre de perturbación, sin que la frecuencia de inicio quede demasiado alejada del punto de trabajo.

10 Otros detalles, características y ventajas de la presente invención resultan de la siguiente descripción de un ejemplo de realización particular mediante referencia al dibujo.

Muestra

La figura 1 una representación esquemática de una disposición de conmutación según la invención y

15 La figura 2 el desarrollo de la impedancia de un sistema de vibración ultrasónico a través de la frecuencia.

20 Tal como se desprende de la figura 1 un sistema de vibración ultrasónico 1 consistente en un oscilador ultrasónico y componentes que lo complementan dando lugar a un circuito oscilante, de un dispositivo de soldadura por ultrasonidos, está conectado con la salida 2b de un amplificador 2. La entrada 2a del amplificador 2 está conectada con la salida 3b de un oscilador 3. La frecuencia del oscilador 3 puede ajustarse en una entrada de control 3a. El intervalo de frecuencias ajustable se extiende por ejemplo de 15 kilohercios a 70 kilohercios.

La entrada de control 3a del oscilador 3 está conectada con la salida 5c de un conmutador 5. El conmutador 5 puede accionarse mediante una entrada de control 5d, conectando el conmutador 5 en una primera posición la salida 5c con una primera entrada 5a del conmutador 5. En una segunda posición del conmutador 5 la salida 5c del conmutador 5 está conectada con una segunda entrada 5b del conmutador 5.

25 La primera entrada 5a del conmutador 5 está conectada con la salida 4b de un generador de rampas 4. El generador de rampas 4 pone a disposición en su salida 4b una tensión de salida en forma de rampa, cuyo valor inicial puede ajustarse en una entrada de nivel 4a del generador de rampas 4. Para iniciar el generador de rampas 4 está prevista una entrada de inicio 4c.

30 La entrada de nivel 4a del generador de rampas 4 está conectada con la salida 8c de un elemento de suma 8. Una primera entrada 8a del elemento de suma 8 está conectada con la salida 14b de una memoria 14. Una segunda entrada 8b del elemento de suma 8 está conectada con la salida 7b de un generador de desfase 7. En la salida 8c del elemento de suma 8 se encuentra la suma formada por las señales de salida de la memoria 5 y del generador de desfase 7.

35 La entrada 14a de la memoria 14 está conectada con la salida 6b de un convertidor de frecuencia/tensión 6. La entrada 6a del convertidor de frecuencia/tensión 6 está conectada con la salida 9b de un interruptor 9. La entrada 9a del interruptor 9 está conectada con la entrada 2a del amplificador 2. El interruptor 9 puede accionarse mediante una entrada de control 9c. En el estado activado la entrada 9a del interruptor 9 está conectada con la salida 9b del interruptor 9. Esto quiere decir que en el estado activado del interruptor 9 llega a la entrada 6a del convertidor de frecuencia/tensión 6 una tensión con la frecuencia, con la cual se maneja el sistema de vibración ultrasónico 1. La señal que llega a la salida 6b del convertidor de frecuencia/tensión 6 es proporcional a la frecuencia de la tensión que llega a la entrada 6a del convertidor de frecuencia/tensión.

40 La segunda entrada 5b del conmutador 5 está conectada con la salida 10c del elemento de sustracción 10. Una primera entrada 10a del elemento de sustracción 10 está conectada con la salida 11a de un generador de valor teórico 11. Una segunda entrada 10b del elemento de sustracción 10 está conectada con la salida 12a de un sensor de corriente 12. El sensor de corriente 12 detecta la tensión de salida I del amplificador 2 y con ello la corriente de excitación I del sistema de vibración ultrasónico 1.

La señal que llega a la salida 10c del elemento de sustracción 10 se corresponde con la diferencia entre la señal de salida que llega a la primera entrada 10a del elemento de sustracción 10 del generador de valor teórico 11 y la señal de salida que llega a la segunda entrada 10b del elemento de sustracción 10 del sensor de corriente 12.

50 La salida 11a del generador de valor teórico 11 está conectada con una primera entrada 13a de un comparador 13. Una segunda entrada 13b del comparador 13 está conectada con la salida 12a del sensor de corriente 12. El comparador 13 pone a disposición en su salida 13c una señal para el accionamiento del conmutador 5, así como del interruptor 9.

55 Si la señal que llega a la segunda entrada 13b del comparador 13 es inferior a la señal que llega a la primera entrada 13a del comparador 13, la señal que llega a la salida 13c del comparador 13 es cero, de manera que el

interruptor 9 no está accionado, esto quiere decir, está abierto, y el conmutador 5 se encuentra en su primera posición, esto quiere decir que la salida 5c del conmutador 5 está conectada con la primera entrada 5a del conmutador 5. Si la señal que llega a la segunda entrada 13b del comparador 13 es igual o mayor a la señal que llega a la primera entrada 13a del comparador 13, llega a la salida 13c del comparador 13 una señal, de manera que el interruptor 9 está accionado, esto quiere decir que la entrada 9a del interruptor 9 está conectada con la salida 9b del interruptor 9, así como que el conmutador 5 está en su segunda posición, esto quiere decir, que la salida 5c del conmutador 5 está conectada con la segunda entrada 5b del conmutador 5.

En caso de una primera puesta en marcha de la disposición de conmutación o al ponerse en marcha la disposición de conmutación tras una pausa larga, llega a la salida 5b de la memoria 5 un valor de inicio, el cual está memorizado en una primera zona de memoria de la memoria 5. El valor de inicio está elegido de tal manera que el valor inicial de la tensión de salida en forma de rampa del generador de rampas 4 ajusta de tal manera el oscilador 3, que éste pone a disposición una tensión, cuya frecuencia se encuentra por ejemplo a razón de un 5 por ciento por encima de la frecuencia de resonancia en serie nominal f_{rs} del sistema de vibración ultrasónico 1, encontrándose de esta manera también por encima de la frecuencia de resonancia en paralelo f_{rp} del sistema de vibración ultrasónico 1. Esta frecuencia se indica en la figura 2 con f_{inic} .

Tal como se desprende de la figura 2, la resistencia Z del sistema de vibración ultrasónico 1, cuyo desarrollo se representa en la figura 2 mediante la curva K, es en esta frecuencia f_{inic} mayor en la frecuencia de punto de trabajo f_{PT} .

La corriente de excitación detectada mediante el sensor de corriente 12 es de esta manera inferior al valor teórico de la corriente de excitación, la cual fluye durante el funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico 1 en el punto de trabajo PT a través del sistema de vibración ultrasónico 1. En correspondencia con ello la señal que llega a la segunda entrada 13b del comparador 13 es inferior a la señal que llega a la primera entrada 13a del comparador 13, de manera que la señal que llega a la salida 13c del comparador 13 es cero. El conmutador 5 se encuentra por lo tanto en su primera posición, es decir, la primera entrada 5a del conmutador 5 está conectada con la salida 5c del conmutador 5, de manera que la señal que llega a la salida 4b del generador de rampas 4 llega a la entrada 3a del oscilador 3.

Dado que la señal de salida del generador de rampas 4 se reduce continuamente, se reduce también la frecuencia del oscilador 3. Esto da lugar en primer lugar a que la impedancia del sistema de vibración ultrasónico 1 aumente, debido a lo cual continúa reduciéndose la corriente de excitación, de manera que en el estado de la disposición de conmutación en primer lugar no cambia nada. Tras quedar por debajo de la frecuencia de resonancia en paralelo f_{rp} la impedancia Z del sistema de vibración ultrasónico 1 cae no obstante fuertemente, debido a lo cual aumenta la corriente de excitación. Cuando la corriente de excitación alcanza su valor teórico, esto quiere decir, la señal que llega a la segunda entrada 13b del comparador 13 se corresponde con la señal que llega a la primera entrada 13a del comparador 13, esto quiere decir, con la señal de salida del generador de valor teórico 11, se emite en la salida 13c del comparador 13 una señal que da lugar a que se accionen el conmutador 5, así como el interruptor 9.

Mediante el accionamiento del conmutador 5 la segunda entrada 5b del conmutador 5 queda conectada con la salida 5c del conmutador 5. Esto da lugar a la presencia de un circuito de regulación cerrado, debido a lo cual la corriente de excitación detectada por el sensor de corriente 12 se regula al valor predeterminado por el generador de valor teórico 11. Esta regulación se corresponde con una regulación de corriente conocida en general y por tanto no se explica con mayor detalle.

Mediante el accionamiento del interruptor 9 se conecta la entrada 9a del interruptor 9 con la salida 9b del interruptor 9. Debido a ello llega a la entrada 6a del convertidor de frecuencia/tensión 6 la tensión de salida del oscilador 3. Un valor que se corresponde con la frecuencia de esta tensión se escribe de manera continua en una segunda zona de memoria de la memoria 5. De esta manera se logra que al abrirse el interruptor 9 exista en la segunda zona de memoria de la memoria 5 un valor que se corresponde con la frecuencia, la cual tuvo la tensión de salida del oscilador 3 al abrirse el interruptor 9. Esto quiere decir que en caso de desconectarse el sistema de vibración ultrasónico 1, debido a lo cual se abre el interruptor 9, se memoriza en la segunda zona de memoria de la memoria 5 una señal, la cual se corresponde con la frecuencia, con la cual se manejó el sistema de vibración ultrasónico 1 durante la desconexión.

Durante un funcionamiento cíclico del sistema de vibración ultrasónico 1 o siempre y cuando no se dé una demora temporal grande, se emite durante la siguiente puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico en la salida 5b de la memoria 5 el valor que está memorizado en la segunda zona de memoria de la memoria 5. A este valor se le suma en el elemento de suma 8 el valor de salida del generador de desfase 7. Debido a ello llega a la entrada 4a del generador de rampas 4 un valor que da lugar a que el valor de inicio de la tensión de salida en forma de rampa del generador de rampas ajuste de tal manera el oscilador 3, que éste emite una tensión, cuya frecuencia $f_{inic-nuevo}$ es mayor a razón de un valor de desfase Δf que la frecuencia con la cual se manejó el sistema de vibración ultrasónico 1 al desconectarse anteriormente.

Dado que la impedancia del sistema de vibración ultrasónico 1 es con esta frecuencia $f_{inic-nuevo}$ mayor que en el punto de trabajo PT, la corriente de excitación es inferior a su valor teórico. De esta manera no llega a la salida 13c del

comparador 13 ninguna señal, de manera que el conmutador 5 se encuentra en su primera posición, lo cual quiere decir, que la salida 4b del generador de rampas 4 está conectada con la entrada 3a del oscilador 3. En correspondencia con la señal de salida del generador de rampas 4 se reduce la frecuencia del oscilador 3, debido a lo cual disminuye la impedancia del sistema de vibración ultrasónico 1, de forma que aumenta la corriente de excitación. Si la corriente de excitación alcanza su valor teórico, el comparador 13 emite en su salida 13c una señal que da lugar a que el conmutador 5, así como el interruptor 9, se accionen. El restante desarrollo se corresponde con el desarrollo que se ha descrito más arriba.

Dado que la frecuencia de inicio nueva $f_{\text{inic-nuevo}}$ se encuentra solo ligeramente por encima de la frecuencia de punto de trabajo f_{pt} , se alcanza mucho antes el punto de trabajo que en el caso de un inicio con la frecuencia de inicio f_{inic} inicial.

Debido a que la puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico 1 se produce con una frecuencia, la cual se orienta en la frecuencia con la cual se manejó inmediatamente antes el sistema de vibración ultrasónico 1, se tiene en consideración de manera ventajosa por ejemplo también una evolución de la temperatura del sistema de vibración ultrasónico 1, sin que para ello sean necesarias medidas especiales. Tal como se representa en la figura 2 la curva característica K del sistema de vibración ultrasónico 1 puede desplazarse por ejemplo debido a influencias de la temperatura. De esta manera puede desplazarse de tal forma que la frecuencia de resonancia en serie se mueva hacia arriba, como se representa mediante la curva K, o que se mueva hacia abajo, como se representa mediante la curva K". En todo caso se toma como frecuencia de inicio $f_{\text{inic-nuevo}}$ un valor el cual se encuentra ligeramente por encima de la última frecuencia de punto de trabajo f_{pt} . Esto quiere decir que el sistema de vibración ultrasónico 1 se pone en marcha siempre en proximidad directa a su punto de trabajo, con independencia de si el punto de trabajo se ha desplazado durante el funcionamiento anterior.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para el funcionamiento de un sistema de vibración ultrasónico (1) consistente en un oscilador ultrasónico y en componentes que lo complementan dando lugar a un circuito oscilante, en el cual se aplica al sistema de vibración ultrasónico (1), para la generación de una corriente de excitación, una tensión de excitación cuya frecuencia para el funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico (1) puede ajustarse en un punto de trabajo (PT) predeterminado, modificándose durante la puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico (1) partiendo de una frecuencia de inicio (f_{inic}) la frecuencia hasta que se alcanza el punto de trabajo (PT), detectándose durante la desconexión del sistema de vibración ultrasónico (1) la frecuencia de la tensión de excitación y usándose el valor detectado durante la siguiente puesta en marcha del sistema de vibración ultrasónico para la determinación de la frecuencia de inicio ($f_{\text{inic-nuevo}}$), **caracterizado porque** para la corriente en el punto de trabajo (PT) se predetermina un valor en el cual la frecuencia se encuentra entre la resonancia en serie (f_s) y la resonancia en paralelo (f_p) del sistema de vibración ultrasónico (1), y porque la corriente de excitación se regula a este valor de corriente.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la frecuencia de inicio ($f_{\text{inic-nuevo}}$) se forma a partir del valor detectado y de un valor de frecuencia de desfase.
3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizado porque** en un funcionamiento de inicialización del sistema de vibración ultrasónico (1) la frecuencia de inicio ($f_{\text{inic-nuevo}}$) se corresponde con un valor de inicialización predeterminado.
4. Disposición de conmutación para el funcionamiento un sistema de vibración ultrasónico (1) según un procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, con un amplificador (2) con una entrada (2a) y una salida (2b), proporcionando la salida (2b) la tensión de excitación así como la corriente de excitación para el sistema de vibración ultrasónico (1), con un oscilador (3), cuya frecuencia puede ajustarse en una entrada de control (3a) y cuya salida (3b) está conectada a la entrada (2a) del amplificador (2), así como un generador de rampas (4), el cual en su salida (4b) proporciona una tensión de salida en forma de rampa, y cuya salida (4b) está conectada a la entrada de control (3a) del oscilador (3), y con una memoria (5), para memorizar la correspondiente última frecuencia de funcionamiento del sistema de vibración ultrasónico (1) antes de la desconexión, **caracterizada porque** la disposición de conmutación presenta un circuito de regulación cerrado para regular la corriente de excitación a un valor teórico que fluye en el punto de trabajo a través del sistema de vibración ultrasónico (1), y porque el valor teórico puede ajustarse mediante un generador de valor teórico de tal manera que la frecuencia en el punto de trabajo se encuentra entre la resonancia en serie (f_s) y la resonancia en paralelo (f_p) del sistema de vibración ultrasónico (1).
5. Disposición de conmutación según la reivindicación 4, **caracterizada porque** la señal de salida de la memoria (5) forma el valor de inicio del generador de rampas (4).
6. Disposición de conmutación según la reivindicación 5, **caracterizada porque** existe un generador de desfase (7), cuya señal de salida se adjudica a la señal de salida de la memoria (5).

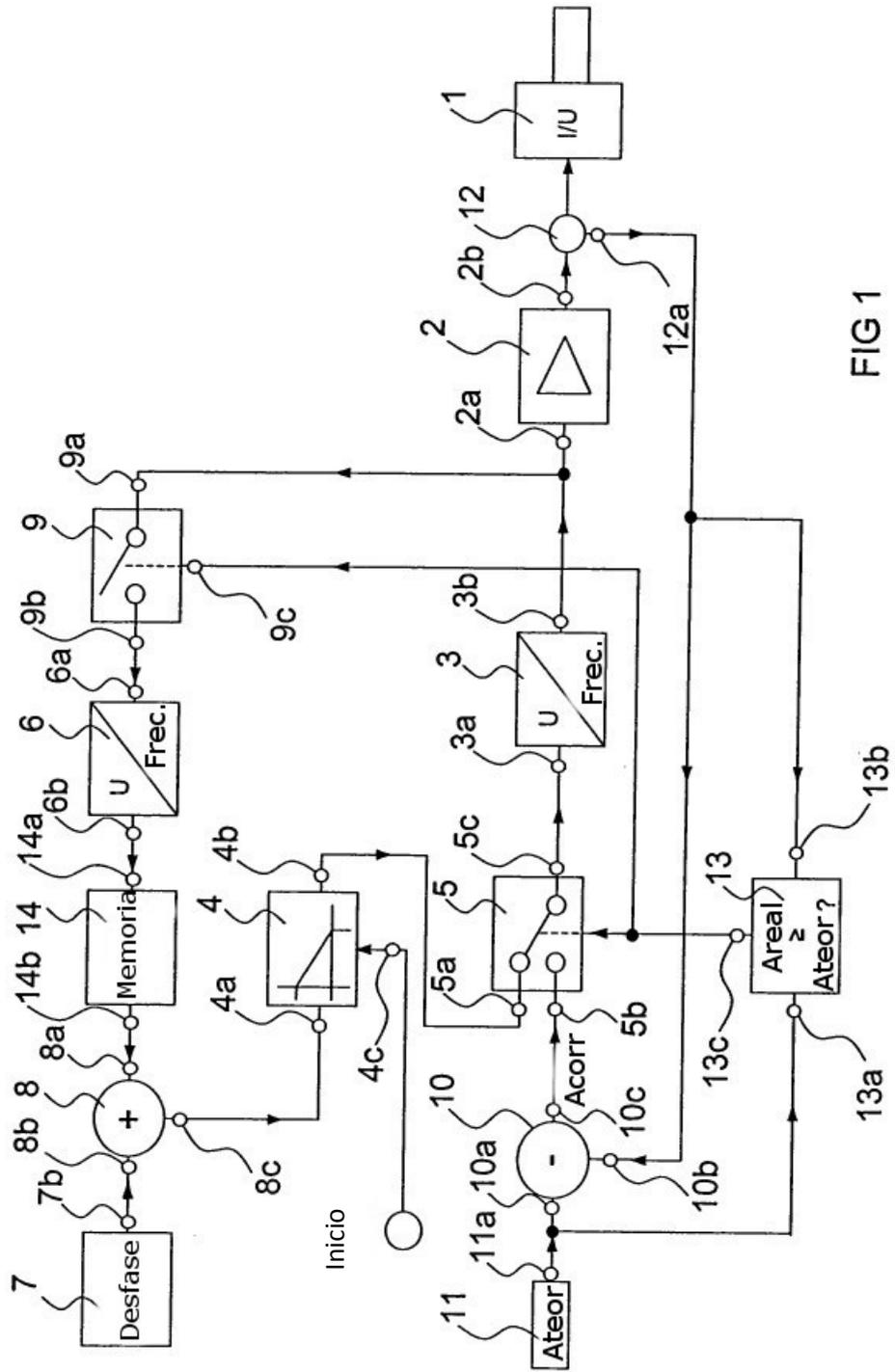


FIG 1

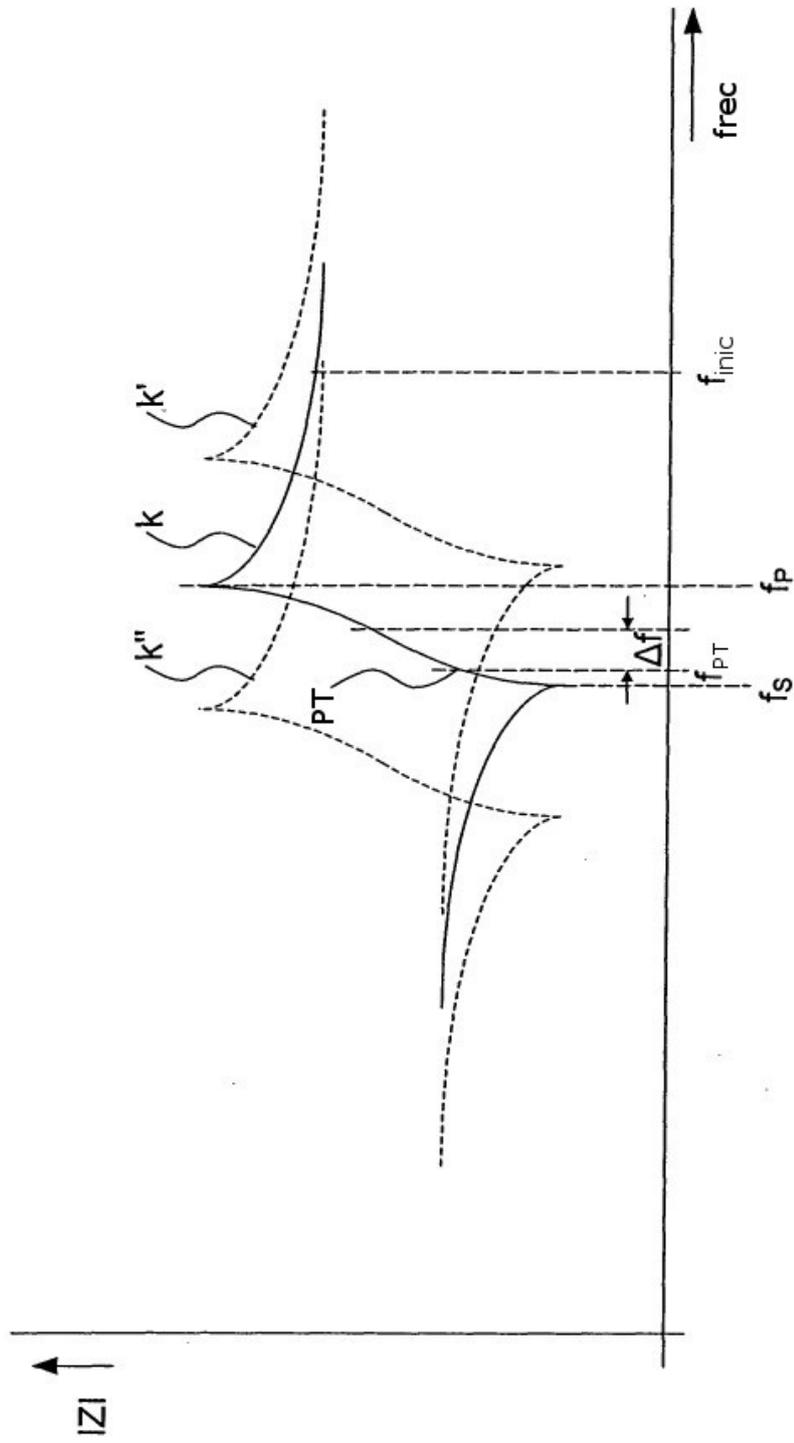


FIG 2