

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 050**

51 Int. Cl.:
G01R 31/14 (2006.01)
G01R 31/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09753307 .9**
96 Fecha de presentación: **20.05.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2281206**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.02.2011**

54 Título: **Generador de VLF para ensayos**

30 Prioridad:
28.05.2008 AT 8562008

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.03.2012

73 Titular/es:
Mohaupt High Voltage GmbH
Gewerbepark 4a
6142 Mieders, AT

72 Inventor/es:
Mohaupt, Peter

74 Agente/Representante:
Zea Checa, Bernabé

ES 2 377 050 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

Generador de VLF para ensayos

5 La presente invención se refiere a un generador de muy baja frecuencia (VLF) para generar una alta tensión con baja frecuencia a efectos de comprobar el aislamiento de cargas capacitivas, en especial de cables eléctricos, que comprende una parte de oscilador que genera en una salida una alta tensión de frecuencia elevada que es modulada con la baja frecuencia, y un demodulador conectado a la misma para demodular la alta tensión y recuperar la baja frecuencia de la misma.

10 Para el ensayo de aislamiento técnico-energético de cargas altamente capacitivas tales como sistemas de cables subterráneos se ha establecido el ensayo con altas tensiones de muy baja frecuencia ("very low frequency", VLF) en el rango de décimas de Hertz. Al contrario de las tensiones de ensayo a frecuencia de red o a frecuencias más altas, las tensiones de ensayo de VLF sólo provocan una reducida potencia reactiva en la carga capacitiva, de manera que 15 el generador de ensayo puede ser diseñado con dimensiones correspondientemente más pequeñas; y en comparación con ensayos de tensión continua que se utilizaban anteriormente, las tensiones de ensayo de VLF impiden la formación de cargas de espacio y cargas remanentes perjudiciales en el sistema de cables, que más tarde podrían dar lugar a fallos disruptivos durante el funcionamiento.

20 La generación de tensiones de ensayo de VLF adecuadas en el ámbito de las altas tensiones, es decir con hasta varios cientos de kilovoltios, no resulta, sin embargo, nada fácil, ya que los transformadores de alta tensión no son practicables para frecuencias tan bajas. Por esto ya se habían propuesto los más diversos circuitos para generadores de ensayo de VLF, pero todos tienen o bien una alta complejidad en los circuitos o bien comprenden componentes costosos y susceptibles de fallos.

25 Por el documento DE 103 33 241 B, por ejemplo, se conoce un generador de ensayo de VLF del tipo mencionado anteriormente, que utiliza un transformador de regulación con ajuste motorizado a efectos de modular en amplitud una tensión alta a frecuencia de red mediante el ajuste periódico del transformador. La alta tensión de amplitud modulada es transformada al alza y, a continuación, se recupera la frecuencia de modulación como alta tensión de 30 VLF con la ayuda de un demodulador. El demodulador está formado por un rectificador de diodos conmutable en su dirección de paso y cambia con cada semionda de la baja frecuencia para recargar la carga capacitiva con cada semionda. En paralelo a la carga capacitiva está conectada una resistencia de descarga conmutable para favorecer el proceso de recarga. Una resistencia de descarga de este tipo, dispuesta en paralelo a la carga, conlleva sin embargo una elevada potencia de pérdida y/o la necesidad de una electrónica de circuitos adicional con el 35 correspondiente aumento de costes, peso y necesidad de refrigeración.

La invención tiene como objetivo superar los inconvenientes del estado de la técnica conocido y dar a conocer un generador de VLF para ensayos para la generación de altas tensiones de muy baja frecuencia, el cual pueda ser realizado de forma sencilla y económica, tenga poco peso para su aplicación transportable in situ, presente una 40 reducida potencia de pérdida y, por consiguiente, necesite sólo una reducida potencia de enfriamiento.

Este objetivo se consigue con un generador de VLF para ensayos del tipo indicado anteriormente que, de acuerdo con la invención, se caracteriza porque una resistencia de descarga para la carga capacitiva que reconduce a la mencionada salida, está dispuesta en paralelo al demodulador.

45 En comparación con circuitos convencionales con una resistencia de descarga permanente, paralela a la carga, el circuito de la invención presenta una potencia de pérdida mucho menor; y comparado con soluciones que tienen una resistencia de descarga conmutable, paralela a la carga, la solución, según la invención, hace prescindible un interruptor separado: Ya que la resistencia de descarga referida al potencial de salida del circuito resonante tiene un efecto muy grande siempre que el producto de interferencia en el circuito resonante tiene su nodo en el circuito resonante y se acerca por lo tanto al potencial cero. Debido a ello se puede conseguir una reducción significativa en 50 costes, peso, potencia de pérdida y necesidad de refrigeración.

La demodulación de la muy baja frecuencia puede llevarse a cabo con la ayuda de cualquier circuito de demodulación conocido según el estado de la técnica. Una solución muy sencilla en cuanto a los circuitos eléctricos se obtiene cuando el demodulador, tal como se conoce por el documento mencionado DE 103 33 241 B, utiliza también la carga capacitiva y la recarga mediante un rectificador al ritmo de la baja frecuencia. En este caso, una realización muy ventajosa de la invención consiste en conectar simplemente la resistencia de descarga en paralelo al 60 rectificador.

También para el rectificador se puede utilizar cualquier circuito rectificador conocido, según el estado de la técnica. Resulta muy ventajoso que, tal como se conoce por el documento DE 103 33 241 B, el rectificador presente dos ramas de diodos antiparalelas, dotadas de interruptores, cambiando los interruptores alternativamente entre las ramas de diodos. En este caso, la resistencia de descarga puede ser conectada fácilmente en paralelo a las dos 65 ramas de diodos, una solución que presenta un gasto mínimo en componentes.

Según otra realización preferente de la invención, cada una de las ramas de diodos mencionadas está formada por una cadena de diodos e interruptores semiconductores intermedios, teniendo cada diodo y cada interruptor semiconductor una resistencia individual conectada en paralelo, las cuales constituyen conjuntamente la resistencia de descarga indicada. Debido a ello, se puede reducir más todavía el número de componentes necesarios y conseguir una alta rigidez dieléctrica.

Según otra característica preferente de la invención, se prevé que durante la conmutación los interruptores estén cerrados simultáneamente durante un breve instante de forma solapada. Debido a ello, se minimiza el proceso transitorio de la tensión de salida del generador al conmutar el rectificador.

Además, resulta muy ventajoso que, según otra característica de la invención, se prevea adicionalmente un dispositivo de control para la parte de oscilador que reduce la amplitud de la alta tensión al final de cada segundo cuarto del período de la muy baja frecuencia para favorecer la descarga de la carga capacitiva a través de la resistencia de descarga.

También se puede utilizar cualquier circuito de oscilador conocido en la técnica, para la parte del oscilador, que puede generar una alta tensión modulada con una muy baja frecuencia, por ejemplo transformadores de regulación accionados por electromotor, tales como se conocen por el documento DE 103 33 241 B. Muy oportuno resulta, sin embargo, que la parte de oscilador comprenda dos osciladores cuyas frecuencias de oscilación se diferencian entre sí en el doble de la baja frecuencia indicada, así como un circuito resonante alimentado de forma interfiriente por los osciladores y sintonizado con las frecuencias de los mismos para la sobre-elevación de tensión de las frecuencias de oscilación interfirientes, y que el demodulador desacople del circuito resonante la muy baja frecuencia generada por la interferencia y la aplica a la carga. Abandonando todas las soluciones conocidas, esta realización se basa en el nuevo planteamiento de aprovechar la interferencia o heterodinación de dos oscilaciones ligeramente diferentes para la generación de una modulación de baja frecuencia en un circuito resonante que provoca simultáneamente una sobre-elevación de tensión del producto de interferencia. De este modo, se puede generar una tensión de salida de muy gran amplitud y muy baja frecuencia con sorprendentemente pocos componentes. Se prescinde totalmente de elementos mecánicos susceptibles a fallos o de electrónicas de potencia costosas que requieren mucho enfriamiento. Debido a su reducido peso, su reducida necesidad de espacio y su robustez, el generador de ensayo de muy baja frecuencia, según la invención, resulta muy adecuado para su aplicación transportable en ensayos de aislamiento in situ, por ejemplo de cables eléctricos subterráneos.

Resulta muy oportuno que, de acuerdo con otra característica de la invención, los osciladores alimentan el circuito resonante a través de, como mínimo, un transformador, debido a lo cual se puede conseguir una separación galvánica de los osciladores con respecto al circuito resonante y, por lo tanto, el circuito de alta tensión, y se pueden evitar efectos retroactivos negativos de procesos transitorios del lado de alta tensión para los osciladores; además, de esta manera se puede proporcionar una carga inductiva para las salidas de los osciladores tal como la requieren, por ejemplo, los módulos de potencia mencionados.

Una realización muy ventajosa de la invención se caracteriza porque los transformadores son utilizados simultáneamente para transformar las tensiones de salida de los osciladores en tensiones más elevadas para alimentar el circuito resonante. De esta manera se puede conseguir otra elevación de la tensión de salida del generador de ensayo de muy baja frecuencia.

La sobre-elevación de tensión en el circuito resonante proporciona sobre todo la posibilidad de utilizar convertidores semiconductores controlables convencionales para los osciladores, tales como se conocen en forma de los denominados "módulos de potencia" (Power-Module) y que pueden generar, por ejemplo, a partir de una tensión de alimentación de 400 V a frecuencia de red, curvas de tensión de salida a discreción de hasta 400 V; sólo debido a la sobre-elevación de tensión en el circuito resonante se pueden obtener tensiones de salida en el rango de varias decenas de kV.

A continuación, se explicará con más detalle la invención en relación con un ejemplo de realización mostrado en los dibujos que se adjuntan. En estos dibujos se muestra:

En la figura 1, un esquema de circuito del generador de ensayo de VLF, según una primera realización de la invención;

En la figura 2, el producto de interferencia que se produce en el circuito resonante, la tensión de resonancia U_R ;

En la figura 3, la modulación de baja frecuencia de la tensión de resonancia U_R , de forma aumentada pero no a escala;

En la figura 4, un esquema de circuito del generador de ensayo de VLF, según una segunda realización de la invención;

En la figura 5, la regulación a la baja de las tensiones de salida de los osciladores en cada segundo cuarto de

período de la baja frecuencia y las trayectorias de circuito del rectificador de la figura 4 para favorecer la descarga de la carga;

5 En las figuras 6 y 7, dos realizaciones alternativas para las ramas de diodos del rectificador y la resistencia de descarga de la figura 4; y

En las figuras 8 hasta 10, variantes de circuito alternativas para la conexión de los osciladores al circuito resonante.

10 En la figura 1 se muestra un generador de ensayo 1 que genera una alta tensión U_S en el rango de varias decenas hasta varios centenares 100 kV y con una frecuencia muy baja ("very low frequency", VLF) en el rango de unos cuantos hercios e incluso menos. El generador de ensayo de VLF 1 está destinado al ensayo de aislamiento de una carga capacitiva 2, por ejemplo un cable de alta tensión subterráneo. Estas cargas 2 tienen generalmente una capacidad en el rango de hasta varios μF . La restante disposición de medición para el ensayo de aislamiento de la carga 2 tras aplicación de la alta tensión de muy baja frecuencia U_S , en especial para la medición de la tensión de salida, para mediciones de diagnóstico adicionales tales como mediciones del factor de pérdidas o de descargas parciales, etc. no tiene relevancia en este caso y no se muestra.

20 El generador de prueba 1 está compuesto esencialmente de una parte de oscilador 3 y un demodulador 4 conectado a la misma. La parte de oscilador 3 genera en una salida 5 una alta tensión U_R de frecuencia más elevada que es modulada en su amplitud con la mencionada baja frecuencia, y el demodulador 4 demodula el producto de modulación U_R para obtener de ello una alta tensión de muy baja frecuencia U_S como tensión de salida del generador y aplicarla a la carga 2.

25 Tal como se muestra en la figura 1, la parte de oscilador 3 comprende dos osciladores 6, 7 cuyas frecuencias f_1, f_2 se diferencian entre sí en el doble de la baja frecuencia deseada f_S de la tensión de salida del generador U_S , es decir, $f_2 - f_1 = 2f_S$. Las frecuencias f_1, f_2 de los osciladores son preferentemente mucho más elevadas que la frecuencia habitual de redes de suministro de energía eléctrica (50 ó 60 Hz), en general, concretamente en el rango de 100 Hz hasta 10 kHz, preferentemente en el rango de 500 Hz hasta 5 kHz, y muy preferentemente alrededor de aproximadamente 1 kHz, por ejemplo: $f_1 = 1000,0$ Hz y $f_2 = 1000,2$ Hz.

30 Los osciladores 6, 7, dispuestos en serie, alimentan conjuntamente un circuito resonante formado por una reactancia 8 y un condensador 9. Debido al solapamiento mutuo o a la interferencia de las tensiones de salida U_1, U_2 de los osciladores, se establece un producto de interferencia en el circuito resonante 8, 9 que puede ser interpretado como oscilación de la frecuencia

35

$$f_R = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

en adelante denominado tensión de resonancia U_R que es modulada en su amplitud por un batido con una frecuencia muy baja U_S

40

$$f_S = \frac{f_2 - f_1}{2}$$

tal como se muestra en las figuras 2 y 3.

45 Dado que en el ejemplo indicado $f_S = 0,1$ Hz, la tensión de resonancia U_R , cuya frecuencia está elevada en 10.000 veces, sólo se aprecia como superficie en la figura 2; para apreciarla mejor, en la figura 3 se muestra la tensión de resonancia U_R con un período aumentado no a escala.

50 Debido a la conexión en serie de los osciladores 6, 7, la amplitud de la tensión de excitación $U_1 + U_2$ del circuito resonante 8,9 corresponde al doble de las amplitudes de cada una de las tensiones de salida U_1, U_2 de los osciladores. El circuito resonante 8, 9 está sintonizado a la frecuencia f_R de la tensión de excitación $U_1 + U_2$, de manera que la tensión de resonancia U_R en el circuito resonante presenta una sobre-elevación de tensión por el factor de calidad Q del circuito resonante con respecto a las tensiones de excitación $U_1 + U_2$ de los osciladores y, de esta manera, alcanza 2Q veces una de las tensiones de salida U_1, U_2 de los osciladores.

55

Preferentemente, el factor de calidad Q del circuito resonante 8, 9 está situado entre 10 y 100, muy preferentemente entre 50 y 80. De este modo se puede generar, debido a la interferencia de tensión y la sobre-elevación de tensión en el caso de resonancia del circuito resonante 8, 9, una tensión de resonancia U_R en el rango de, por ejemplo, 60-80 kV a partir de tensiones U_1, U_2 de los osciladores en el rango de 3-400 V.

60

Para desacoplar la alta tensión de muy baja frecuencia U_S del circuito resonante 8,9 el demodulador 4 mostrado, aquí utiliza también la carga 2, concretamente transfiriéndola al ritmo de la muy baja frecuencia f_S a través de un rectificador conectado 10-13. A tal efecto, el demodulador 4 comprende dos ramas de diodos antiparalelos 10, 11 que son conectadas en cada semionda de la muy baja frecuencia f_S alternativamente a la salida 5 del circuito resonante 8, 9 mediante los interruptores adecuados 12, 13.

A efectos de evitar un eventual salto de tensión en el paso por cero de la tensión de salida U_S del generador, que puede ser debido, por ejemplo, a bajadas de tensión en el rectificador 10 – 13 y/o cargas remanentes en la carga 2, se puede conectar opcionalmente una resistencia de descarga 14 en paralelo a la carga 2. La resistencia de descarga 14 puede estar conectada permanentemente en paralelo a la carga 2 – o bien con la ayuda de un interruptor (no mostrado), sólo durante la fase del paso por cero de la tensión de salida U_S .

En lugar de una resistencia de descarga 14 de este tipo (conectable) en paralelo a la carga, que conlleva una elevada potencia de pérdida y/o la necesidad de una electrónica de circuitos adicional, se utiliza preferentemente el siguiente circuito de descarga, según la figura 4.

En la figura 4 se muestra una realización alternativa del generador de VLF de la figura 1, en el que las mismas partes reciben las mismas referencias. Como alternativa a la figura 1, en esta realización ambos osciladores 6, 7 están conectados en paralelo entre sí e interfieren a través de sus corrientes de salida, pero también se puede utilizar la conexión en serie, según la figura 1.

En la realización según la figura 4 hay, además, una resistencia de descarga 15 conectada en paralelo al demodulador 4 (o, concretamente, a sus ramas de diodos 10, 11 conectables) que descarga la carga 2 hacia el potencial de la salida 5 de la parte de oscilador 3. Debido a ello, la resistencia de descarga 15 resulta muy efectiva, precisamente en la fase del paso por cero de la tensión de salida U_S , porque ahí es donde también el potencial de la salida 5 se acerca a cero debido a los nodos de la frecuencia de resonancia U_R .

La efectividad de la resistencia de descarga 15 podrá ser aumentada, si se reduce de forma poco significativa las tensiones de salida U_1, U_2 de los osciladores 6, 7, de acuerdo con la figura 5, cada segundo cuarto b, d de los cuatro cuartos a – d del período de la muy baja frecuencia f_S , en especial en la parte final b', d' de los cuartos b, d de manera que la curva envolvente de la tensión de resonancia U_R ya no presenta ahí una trayectoria sinusoidal exacta. El curso temporal concreto de esta reducción de tensión es regulado con la ayuda de una unidad de control 16, que mide la tensión de salida U_S del generador, en un circuito regulador de tal manera que, teniendo en cuenta las caídas de tensión en las ramas de diodos 10, 11 y en los interruptores 12, 13 así como las cargas remanentes, en la carga 2 se obtiene en su conjunto una curva, lo más sinusoidal posible, de la tensión de salida U_S del generador.

La resistencia de descarga 15 conectada en paralelo al demodulador 4 tiene como consecuencia una cierta diafonía entre la alta frecuencia f_R y la frecuencia de salida f_S . Mediante el dimensionado adecuado de la resistencia de descarga 15 y el control de la reducción de tensión en las zonas b', d' este efecto puede ser minimizado hasta el punto de que el grado o coeficiente de distorsión de la tensión de salida U_S del generador se sitúa, por ejemplo, debajo del 5% THD.

La descarga de la carga 2 al conmutar el rectificador 10 - 13 puede ser favorecido más todavía mediante otra medida. En la figura 5 se muestran los esquemas de circuito S_{12}, S_{13} de los interruptores 12, 13 en el transcurso del tiempo. Tal como se puede apreciar, los controles S_{12}, S_{13} de los interruptores 12, 13 pueden solaparse ligeramente durante el proceso de conmutación, concretamente de tal manera que inmediatamente después del paso por cero de la tensión de resonancia U_R ambos interruptores 12, 13 quedan cerrados simultáneamente durante un breve instante (zonas a', c'). Debido a ello, se puede minimizar el proceso transitorio de la tensión de salida U_S del generador al conmutar el rectificador 10 - 13 y conseguir, de esta manera, una aproximación mejor todavía a una curva sinusoidal ideal.

En el ejemplo mostrado de una duración de período de VLF $1/f_S$ de 10 s el solapamiento de cierre a', c' dura preferentemente 0,1 s, aproximadamente. En general, el solapamiento de cierre a', c' se sitúa en el rango de varias milésimas hasta varias centésimas de $1/f_S$.

En la figura 6 se muestra una primera realización práctica para la rama de diodos 10 y la resistencia de descarga 15 (rama de diodos 11 es invertido lateralmente). Tal como se conoce en la ingeniería de alta tensión, la rama de diodos 10 está formada preferentemente por una cadena de diodos individuales 10', 10'', etc. e interruptores semiconductores individuales 12', 12'', etc. que están dispuestos entremedio. Cada diodo 10', 10'' está conectado con una resistencia de limitación de corriente en serie 17', 17'', etc. una resistencia de ensayo paralela 18', 18'' etc. y un condensador de protección paralelo 19', 19'', etc.

El control de los interruptores semiconductores 12', 12'' está simbolizado esquemáticamente por una línea de control 21 dotada de resistencias 20', 20'', etc. a través de la cual se suministra la señal de conmutación S_{12} ; los circuitos de control concretos para los interruptores semiconductores 12', 12'' son conocidos por los expertos en la materia y no se muestran más detalladamente. La resistencia de descarga 15 está compuesta de resistencias individuales 15',

15", etc. conectadas en serie para aumentar la rigidez dieléctrica.

5 Tal como se muestra en la figura 7, se pueden utilizar opcionalmente también las resistencias de ensayo paralelas 18', 18" de los diodos 10', 10" para constituir la resistencia de descarga 15. A tal efecto, se conectan resistencias 22', 22", etc. en paralelo a los interruptores semiconductores 12', 12", las cuales forman conjuntamente con las resistencias de ensayo 18', 18", así como la cadena de resistencias dispuesto en paralelo a las mismas de la rama de diodos 11 lateralmente invertida (no mostrada), la resistencia de descarga 15.

10 En las figuras 8 hasta 10 se muestran diferentes realizaciones prácticas de los osciladores 6, 7 y su conexión al circuito resonante 8, 9 (mostrado sólo parcialmente). Los osciladores 6, 7 están formados en este caso por sendos convertidores semiconductores cuyas tensiones de salida son controladas por el microprocesador y pueden ser reguladas a discreción, tanto en lo que se refiere a su frecuencia como a su amplitud (los denominados "módulos de potencia").

15 Según la realización de la figura 8, cada oscilador 6, 7 alimenta el circuito resonante 8, 9 a través de un transformador de alta tensión propio 23, 24. Los transformadores 23, 24 sirven para varios fines: para la separación galvánica de los osciladores 6, 7 del circuito resonante 8, 9; para la separación galvánica entre sí, para presentar una carga inductiva para los osciladores 6, 7; y para transformar adicionalmente al alza las tensiones de salida U_1 , U_2 de los osciladores para la excitación del circuito resonante 8, 9. De esta manera, se pueden transformar al alza, por ejemplo, tensiones de salida U_1 , U_2 de los osciladores de aproximadamente 400 V a una tensión de excitación del circuito resonante de aproximadamente 4 kV, de manera que mediante un circuito resonante con el factor de calidad $Q = 100$, se puede alcanzar una tensión de salida U_S del generador de aproximadamente 400 kV.

20 Según la realización de la figura 9, los dos osciladores 6, 7 comparten un transformador común 25, alimentando cada oscilador una bobina primaria propia 25', 25" del transformador 25, las cuales están dispuestas en serie sobre el núcleo del transformador, de manera que en este caso se produce otra vez una interferencia de tensión en las tensiones de salida U_1 , U_2 de los osciladores.

30 En la figura 10, se muestra finalmente otra realización en la que se utiliza un solo transformador de alta tensión 26 a cuya bobina primaria están conectados los osciladores 6, 7 en una conexión galvánica en paralelo (o en serie, no mostrado), de manera que la interferencia de los osciladores se realiza por interferencia de corriente (o interferencia de tensión, no mostrado) en el circuito primario.

35 Tal como se simboliza mediante la flecha 27 en la figura 10, la frecuencia f_2 de uno de los osciladores 7 puede derivar de la frecuencia f_1 del otro oscilador 6, debido a lo cual se puede obtener una gran constancia de la frecuencia de batido $f_S = (f_2 - f_1)/2$. Alternativamente, las frecuencias f_1 , f_2 de los osciladores 6, 7 también pueden derivar de un sincronizador común 28, ver figura 9.

40 Si no se necesita una tensión de salida U_S muy alta, se podrán utilizar también transformadores de adaptación en lugar de los transformadores de alta tensión 23 - 26 que convierten la tensión, a efectos de adaptar impedancias y realizar la separación galvánica.

45 La invención no está limitada a los ejemplos de realización mostrados, sino que comprende todas las variantes y modificaciones, especialmente también cualquier combinación de los ejemplos de realización mostrados que se incluyen en el marco de las reivindicaciones que se acompañan.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Generador de ensayo de VLF (1) para generar una alta tensión (U_S) con muy baja frecuencia (f_S) para el ensayo de aislamiento de cargas capacitivas (2), en especial de cables eléctricos, que comprende una parte de oscilador (3) que genera en una salida (5) una alta tensión (U_R) que tiene una alta frecuencia (f_R) y que es modulada con una baja frecuencia (f_S), y un demodulador (4) conectado a la misma para demodular la alta tensión (U_R) y recuperar la baja frecuencia (f_S) de la misma, **caracterizado porque** una resistencia de descarga (15) para la carga capacitiva (2) que vuelve a llevar a la mencionada salida (5), está conectada en paralelo al demodulador (4).
- 10 2. Generador de VLF para ensayos, según la reivindicación 1, en el que el demodulador utiliza también la carga capacitiva y la recarga mediante un rectificador al ritmo de la baja frecuencia, **caracterizado porque** la resistencia de descarga (15) está conectada en paralelo al rectificador (10 – 13).
- 15 3. Generador de VLF para ensayos, según la reivindicación 2, en el que el rectificador presenta dos ramas de diodos antiparalelas, dotadas de interruptores, cambiando los interruptores alternativamente entre las ramas de diodos, **caracterizado porque** la resistencia de descarga (15) está conectada en paralelo a las dos ramas de diodos (10, 11).
- 20 4. Generador de VLF para ensayos, según la reivindicación 3, **caracterizado porque** cada una de las ramas de diodos (10, 11) está formada por una cadena de diodos (10', 10'') e interruptores semiconductores (12', 12'') interpuestos, teniendo cada diodo y cada interruptor semiconductor una resistencia (18', 18'', 22', 22'') conectada en paralelo, constituyendo estas resistencias conjuntamente la resistencia de descarga (15) indicada.
- 25 5. Generador de VLF para ensayos, según la reivindicación 3 ó 4, **caracterizado porque** en la conmutación los interruptores (12, 13) quedan durante un breve instante cerrados simultáneamente de forma solapada (a', c').
- 30 6. Generador de VLF para ensayos, según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** se prevé un dispositivo de control (16) para la parte del oscilador (3) que reduce la amplitud de la alta tensión (U_R) al final (b', d') de cada segundo cuarto (b, d) del período de la baja frecuencia (f_S), para favorecer la descarga de la carga capacitiva (2) a través de la resistencia de descarga (15).
- 35 7. Generador de VLF para ensayos, según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** la parte de oscilador (3) comprende dos osciladores (6, 7) cuyas frecuencias de oscilación (f_1 , f_2) se diferencian entre sí en el doble de la baja frecuencia indicada (f_S), así como un circuito resonante (8, 9) alimentado de forma interfiriente por los osciladores (6, 7) y sintonizado con las frecuencias (f_1 , f_2) de los mismos para la sobre-elevación de tensión (U_R) de las frecuencias de oscilación interfirientes, y en el que el demodulador (4) desacopla del circuito resonante (8, 9) la muy baja frecuencia (U_S) generada por la interferencia y la aplica a la carga (2).
- 40 8. Generador de VLF para ensayos, según la reivindicación 7, **caracterizado porque** los osciladores (6, 7) alimentan al circuito resonante (8, 9) a través de, como mínimo, un transformador (23 – 26).
- 45 9. Generador de VLF para ensayos, según la reivindicación 8, **caracterizado porque** el transformador (23 – 26) transforma al alza las tensiones de salida (U_1 , U_2) de los osciladores.
10. Generador de VLF para ensayos, según una de las reivindicaciones 7 a 9, **caracterizado porque** cada oscilador (6, 7) está formado por un convertidor semiconductor controlable.

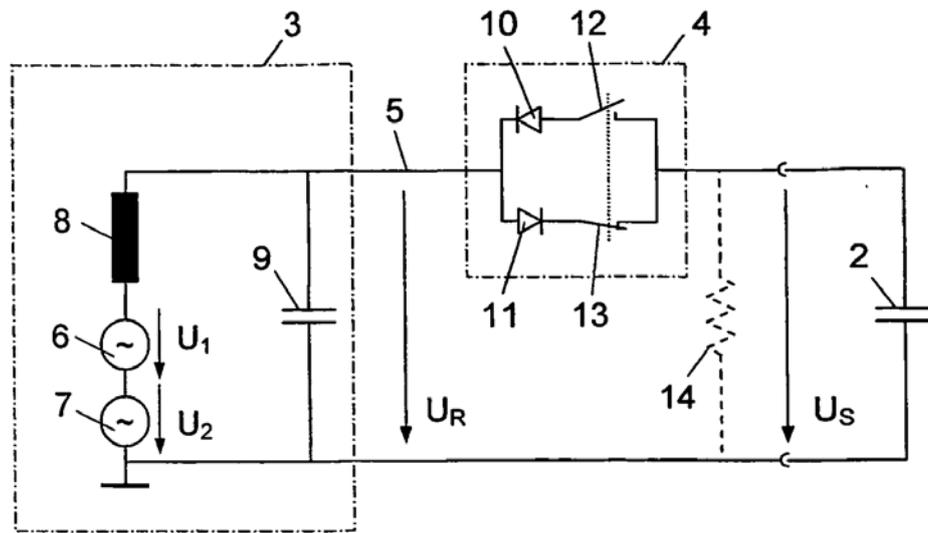


Fig. 1



Fig. 2

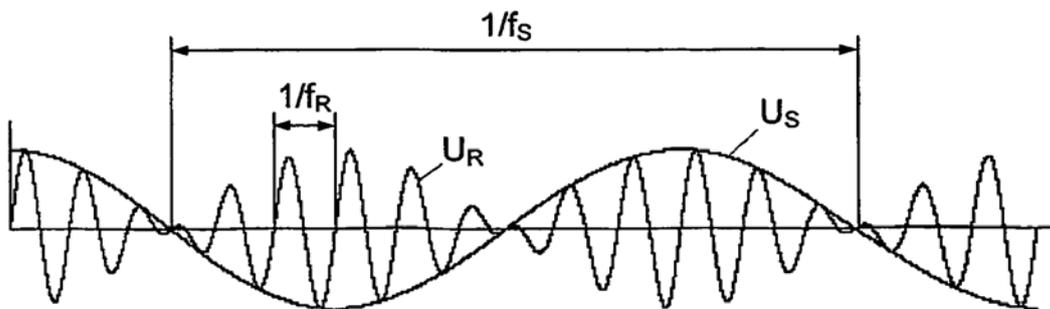


Fig. 3

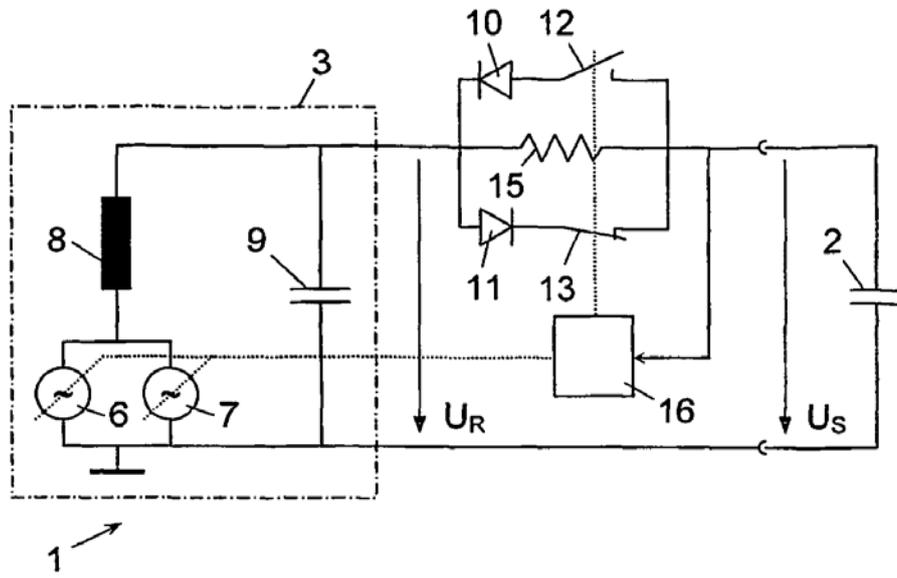


Fig. 4

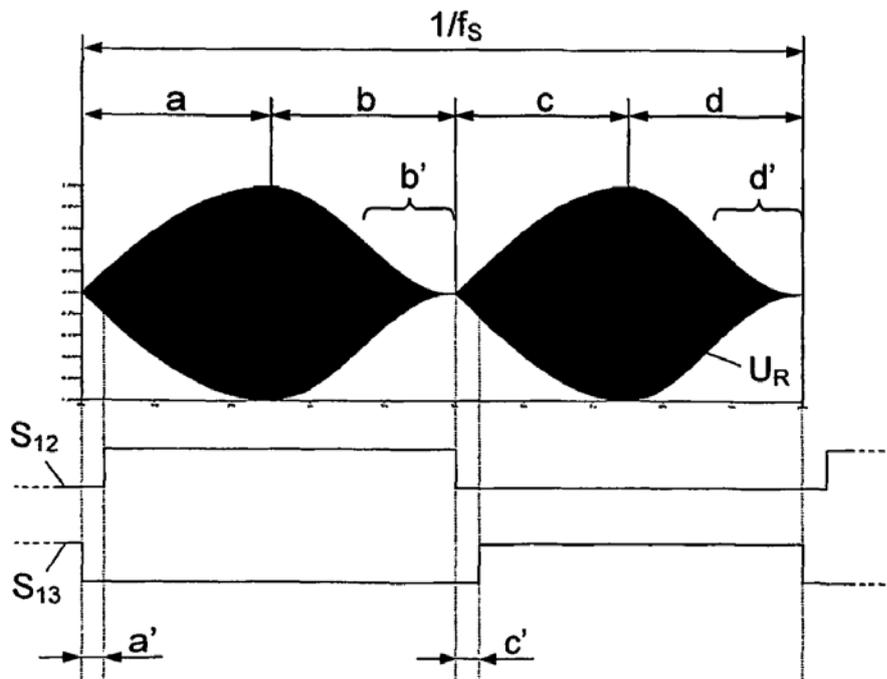


Fig. 5

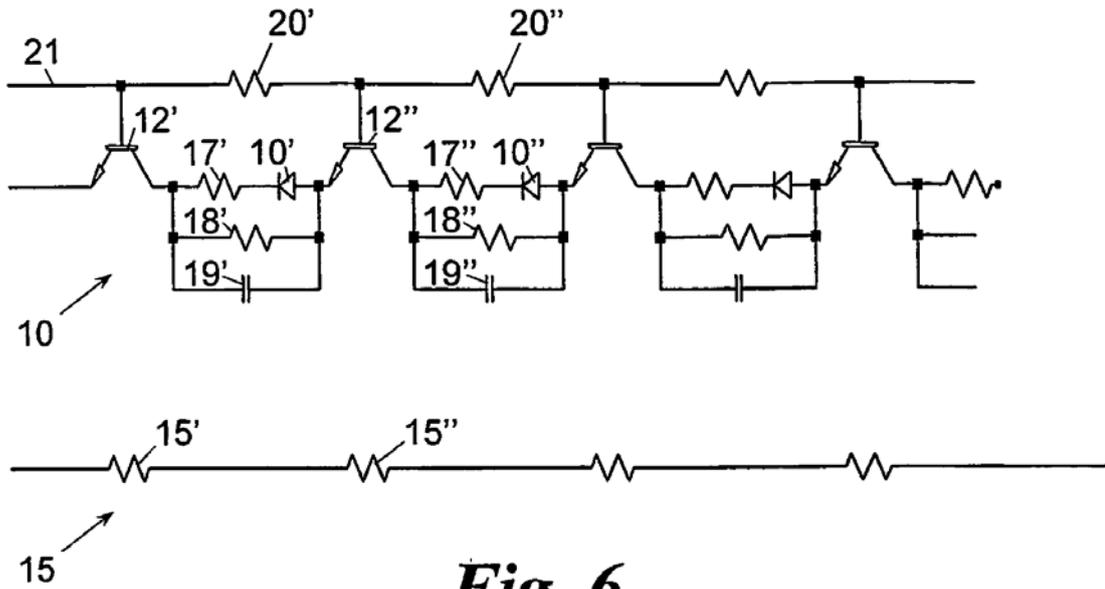


Fig. 6

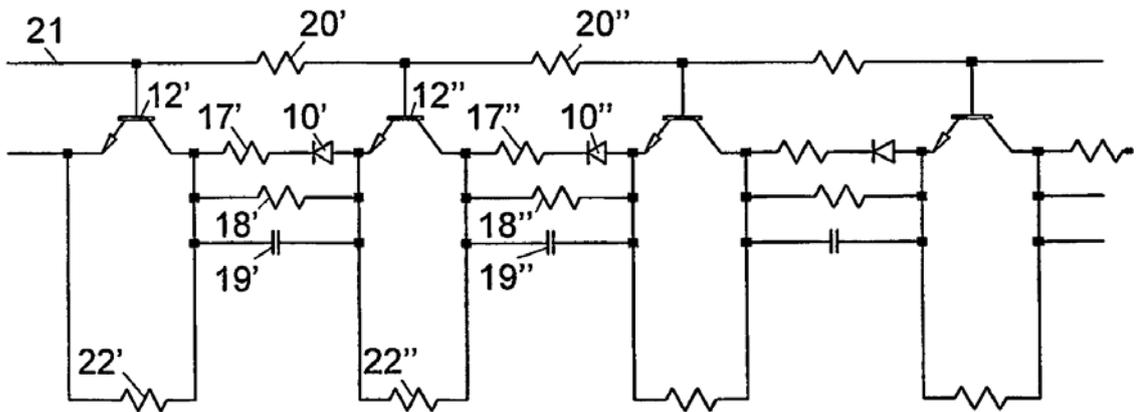


Fig. 7

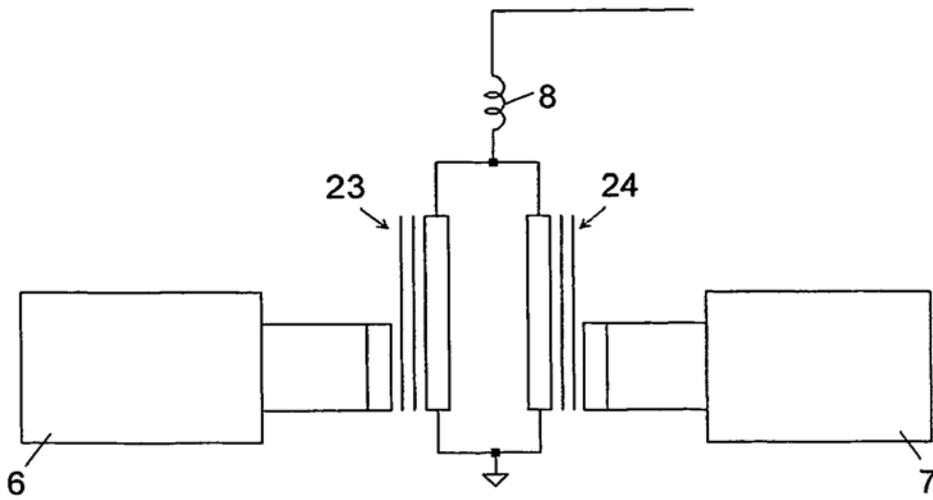


Fig. 8

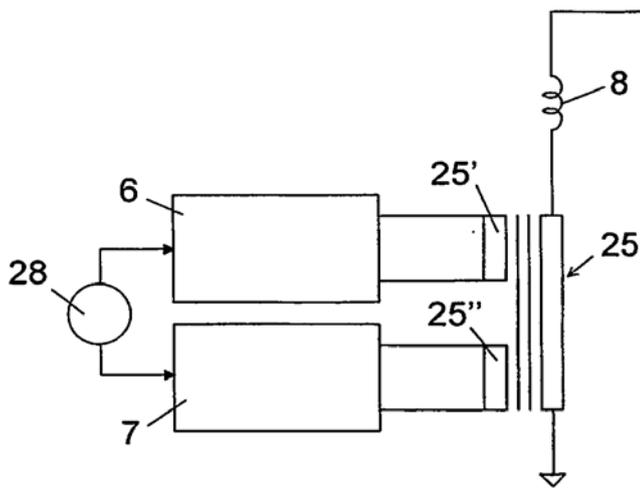


Fig. 9

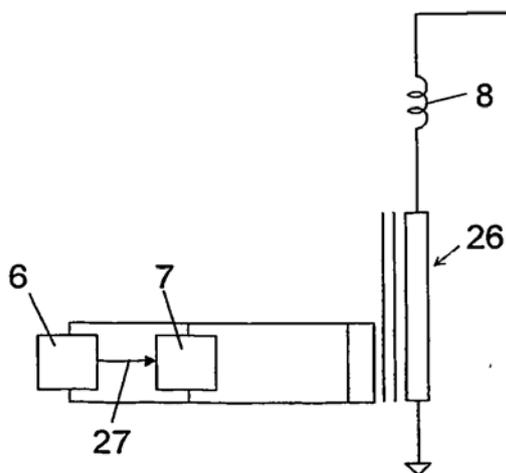


Fig. 10