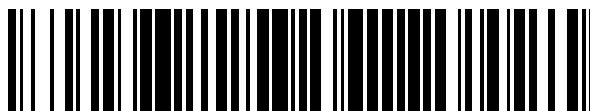


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 527**

51 Int. Cl.:

A01M 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2015 PCT/GB2015/052168**

87 Fecha y número de publicación internacional: **04.02.2016 WO16016627**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2015 E 15747183 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3174388**

54 Título: **Aparato y método de destrucción eléctrica de plantas**

30 Prioridad:

29.07.2014 GB 201413435
04.04.2015 GB 201505830

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.05.2020

73 Titular/es:

UBIQUTEK LTD. (100.0%)
Kingsnorth House 1 Blenheim Way
Kingstanding, Birmingham B44 8LS, GB

72 Inventor/es:

DIPROSE, MICHAEL FREDERIK

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 760 527 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

Aparato y método de destrucción eléctrica de plantas

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato eléctrico que está configurado para atenuar el crecimiento de la planta mediante la aplicación de energía eléctrica a la misma.

10 **Antecedentes**

En propiedades comerciales y domésticas es común destruir o al menos controlar el crecimiento de plantas no deseadas, comúnmente conocidas como malas hierbas. Un proceso convencional para hacer esto consiste en extraer manualmente o por medio de un implemento mecánico, la mala hierba del suelo. Es preferente extraer la mala hierba en su totalidad con sus raíces intactas, ya que una parte que permanece en el suelo puede volver a crecer. Un inconveniente de este proceso es que garantizar una extracción completa es laborioso y particularmente difícil. Otro inconveniente es que las malas hierbas pueden sembrar o volver a crecer rápidamente, particularmente en climas cálidos y húmedos, lo que significa que se requieren repeticiones regulares del proceso. Un inconveniente adicional es que eliminar mecánicamente una mala hierba puede perturbar el suelo circundante de tal manera que: las semillas enterradas salen a la superficie; los cultivos/las semillas se eliminan inadvertidamente a través del suelo de interconexión de la mala hierba que se elimina con la mala hierba; el suelo está sujeto a la pérdida de nutrientes y humedad.

Una solución a los inconvenientes anteriores es el proceso de envenenamiento químico de la mala hierba por medio de un pesticida o, más particularmente, un herbicida. Deseablemente, los herbicidas pueden formularse para atacar selectivamente malas hierbas específicas mientras dejan un cultivo deseado relativamente ileso. Tales herbicidas pueden funcionar interfiriendo con el crecimiento de la mala hierba y a menudo son imitadores sintéticos de las hormonas vegetales naturales. La exposición de herbicidas a humanos y animales puede surgir como resultado de una aplicación inadecuada, por ejemplo, el contacto durante la aplicación o como un residuo en los alimentos u otra contaminación de la cadena alimentaria. Tal exposición es indeseable ya que un inconveniente conocido con los herbicidas es que pueden ser tóxicos para humanos y animales. Más particularmente, los herbicidas pueden causar diversos problemas de salud, tales como afecciones de la piel y respiratorias. También existen preocupaciones sobre la carcinogenicidad (por ejemplo, herbicidas triazínicos y fenoxi), así como una relación con la enfermedad de Parkinson. Otro inconveniente es que los herbicidas no siempre tienen éxito en destruir las malas hierbas objetivo. Incluso otro inconveniente es que los herbicidas pueden lavarse de las plantas si la lluvia sigue a su aplicación o desaparecer debido al viento, lo que restringe los tiempos de aplicación. Incluso otro inconveniente es que los herbicidas pueden ser dañinos para el medio ambiente circundante, por ejemplo, pueden ser transportados por lixiviación o escorrentía superficial para contaminar el agua subterránea o las fuentes distantes de agua superficial. El transporte de herbicidas es promovido por lluvias intensas y suelos con absorción y retención limitadas. Estos efectos se confunden si el herbicida particular tiene una alta persistencia (resistencia a la degradación) y solubilidad en agua. Como resultado de estos numerosos inconvenientes, existen restricciones cada vez más severas en el uso de herbicidas, particularmente en toda la Unión Europea. Además, como resultado de estos numerosos inconvenientes, los consumidores exigen cada vez más productos orgánicos, para los cuales está prohibido el uso de herbicidas.

Una solución a los inconvenientes anteriores consiste en el proceso de destruir la mala hierba mediante la aplicación de energía eléctrica a la misma. Los aparatos utilizados en tal proceso generalmente comprenden: una fuente de energía eléctrica que está dispuesta con un lado de alto voltaje en contacto eléctrico con electrodos de aplicación; los electrodos de aplicación configurados para transferir el alto voltaje a la mala hierba; un lado de bajo voltaje de la fuente de energía eléctrica conectada a tierra, completando así un circuito por el cual la carga comprende una corriente extraída a través de la mala hierba. Ventajosamente, tal proceso no contamina el medio ambiente en la misma medida que un proceso herbicida ni es tan tóxico para humanos y animales.

El documento US 4338743 divulga tal aparato, en el que la fuente de energía eléctrica comprende un motor-generador y un transformador de alto voltaje. El generador suministra corriente eléctrica a un devanado primario del transformador de alto voltaje, teniendo el transformador de alto voltaje un devanado secundario conectado eléctricamente a los electrodos de aplicación. Los electrodos de aplicación están configurados para la transmisión directa del alto voltaje a las malas hierbas. El aparato es para uso agrícola y está colocado en un vehículo que puede ser remolcado por un vehículo agrícola. El aparato funciona en un primer modo: en el que el alto voltaje se aplica a los electrodos de aplicación o en un modo de espera: en el que se suministra energía eléctrica desde el generador a las tomas eléctricas que pueden usarse para suministrar otros equipos agrícolas. El aparato es operable para generar 14,4 kV a 60 ± 5 Hz en los electrodos de aplicación. Un inconveniente de este aparato es que el transformador de alto voltaje es voluminoso. Otro inconveniente es que la toma en los electrodos de aplicación es particularmente peligrosa para humanos y animales.

El documento US 5600918 divulga además tal aparato, en el que la fuente de energía eléctrica comprende un cristal

piezoeléctrico y un accionador. El accionador está configurado para aplicar una fuerza de compresión al cristal piezoeléctrico para generar de ese modo un alto voltaje que está conectado eléctricamente a los electrodos de aplicación. El aparato es operable para generar 50 - 1500 V en ráfagas cortas en los electrodos de aplicación. Ventajosamente, el aparato no requiere un transformador voluminoso, sin embargo, está limitado a aplicaciones no agrícolas debido a la potencia particularmente limitada que puede suministrar el cristal piezoeléctrico.

Una solución a algunos de los inconvenientes del aparato anterior se proporciona en el documento JP 2002360151, que divulga otro aparato de este tipo, en el que la fuente de energía eléctrica comprende una batería que suministra una corriente continua de 24 V a una unidad oscilante y un transformador de alto voltaje. La unidad oscilante emite una señal oscilante a los transistores que se conmutan con la señal oscilante para efectuar la conmutación de una corriente a través de una bobina primaria del transformador de alto voltaje. El transformador de alto voltaje está configurado de tal manera que el voltaje sobre una bobina secundaria se incrementa a 6 kV con una frecuencia de 15 kHz y una corriente baja de 0,5 mA. La bobina secundaria está conectada eléctricamente a un electrodo que comprende una capa externa dieléctrica. El aparato está configurado para causar descarga de corona en las hojas de la mala hierba y producir ozono que actúa para envenenar químicamente la mala hierba. Debido a la baja corriente particular, el cuerpo de la mala hierba generalmente no está identificada. Por consiguiente, el aparato está limitado en general al tratamiento de áreas pequeñas y, por lo tanto, no es adecuado para uso agrícola. Un sistema similar se describe en el documento JP 2003 250421.

Una solución adicional a algunos de los inconvenientes del aparato anterior se proporciona en el documento JP H3-83534, y la publicación relacionada: "Destruction of Weeds by Pulsed High-Voltage Discharges", A. Mizuno, T. Tenma y N. Yamano, Universidad Tecnológica de Toyohashi, 1990, en la que la fuente de energía eléctrica comprende una fuente de energía eléctrica de CC y un condensador. El condensador está secuencialmente: conectado a la fuente eléctrica de CC y cargado; desconectado de la fuente eléctrica de CC; conectado a un electrodo de aplicación y descargado del mismo como una chispa. El electrodo de aplicación transmite la chispa generada a través del aire a la mala hierba más cercana, es decir, sin contacto directo entre la mala hierba y el electrodo. Por consiguiente, el aparato no está configurado para el contacto directo entre el electrodo de aplicación y la mala hierba. La chispa comprende 15 kV a 30 pulsos por segundo. Un inconveniente de este aparato es que el camino de la chispa es potencialmente impredecible debido a los arcos y, por lo tanto, podría transmitirse a humanos y animales cercanos. Otro inconveniente es que, dado que el voltaje es particularmente alto, existe un riesgo significativo de lesiones debido a la alta transferencia de corriente. Incluso otro inconveniente es que existe un riesgo de incendio debido a la ignición de la mala hierba/las plantas circundantes. Incluso otro inconveniente es que el uso de un condensador de esta manera limita, generalmente, el aparato al tratamiento de áreas pequeñas y malas hierbas pequeñas: por lo tanto, el aparato no es particularmente adecuado para uso agrícola.

En la publicación se proporciona incluso otra solución a algunos de los inconvenientes anteriores del aparato anterior: "A Portable Weed Control Device using High Frequency AC Voltage", A. Mizuno, A. Nagura, T. Miyamoto y A. Chakrabarti, Universidad Tecnológica de Toyohashi, 2001, en la que una fuente de energía eléctrica comprende una fuente eléctrica de CC que suministra una corriente continua de 12V a un circuito oscilante y un transformador de alto voltaje. El circuito oscilante emite una señal oscilante para efectuar la conmutación de una corriente a través de una bobina primaria del transformador de alto voltaje. El transformador de alto voltaje está configurado de manera tal que el voltaje sobre una bobina secundaria se incrementa a 3 kV con una frecuencia de 12,5 kHz. La bobina secundaria está conectada eléctricamente a un electrodo de aplicación, que está en contacto eléctrico con una mala hierba. Un inconveniente de este aparato es que la salida de alto voltaje en los electrodos de aplicación sigue siendo particularmente peligrosa para humanos y animales. Otro inconveniente es que el aparato está limitado en general al tratamiento de áreas pequeñas y, por lo tanto, no es adecuado para uso agrícola.

Sumario de la invención

Un objetivo de la invención consiste en proporcionar un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de las plantas que sea eficaz de modo que pueda reemplazar a los herbicidas y/o la extracción física en varios entornos, es decir, agrícola; comercial (por ejemplo, en campos deportivos, campos de golf); privado no comercial (uso doméstico).

Un objetivo de la invención consiste en proporcionar un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de las plantas que sea relativamente seguro de usar.

Sería ventajoso proporcionar un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de la planta que sea rentable de fabricar.

Sería ventajoso proporcionar un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de las plantas que sea compacto.

Sería ventajoso proporcionar un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de las plantas que sea conveniente de usar.

Sería ventajoso proporcionar un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de las plantas que pueda controlar rápidamente el crecimiento de las plantas.

5 Los objetivos de la invención se consiguen mediante: la unidad de procesamiento de energía eléctrica según la reivindicación 1; el aparato según la reivindicación 9; el método según la reivindicación 14; el uso según la reivindicación 16; el programa informático según la reivindicación 17.

10 En el presente documento y según un primer aspecto de la invención se divulga un aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de la planta como se define en la reivindicación 1. El convertidor está configurado para transmitir dicha energía eléctrica procesada entre un electrodo de aplicación de una unidad de aplicación y un electrodo de tierra de una unidad de tierra. Más particularmente, el convertidor puede configurarse para transmitir la energía eléctrica procesada a través de un circuito de energía eléctrica procesada. El circuito de energía eléctrica procesada puede comprender: un electrodo de aplicación de una unidad de aplicación; un electrodo de tierra de una unidad de tierra; en uso una planta tratada y el suelo. La unidad de procesamiento de energía eléctrica puede comprender un circuito de control operable para controlar el convertidor para convertir la energía eléctrica no procesada en la energía eléctrica procesada. En un ejemplo en el que el convertidor proporciona una operación fija en la energía eléctrica no procesada, se apreciará que no se requiere un circuito de control. Sin embargo, en general, la unidad de procesamiento de energía eléctrica comprende un circuito de control cuando se requiere el control de dicho convertidor, por ejemplo para proporcionar una salida variable de un aspecto (por ejemplo, voltaje, corriente o potencia) de la energía eléctrica procesada. La energía eléctrica procesada es adecuada para destruir una planta o al menos atenuar parcialmente el crecimiento de la planta. La energía eléctrica procesada comprende una forma de onda, que puede tener una unidad repetitiva de diversas formas. La energía eléctrica procesada tiene una frecuencia de al menos 18 kHz. La energía eléctrica procesada tiene un voltaje máximo de más de 1 kV o más, particularmente dentro de uno de los siguientes rangos: 1 kV a 30 kV; 2 kV a 20 kV; 2,5 kV a 17,5 kV. El voltaje máximo se define como la amplitud máxima de las unidades repetitivas de la forma de onda. La frecuencia se define como el número de unidades repetitivas de la forma de onda por unidad de tiempo. Una unidad repetitiva se define como una unidad que se repite con sustancialmente la misma forma, por ejemplo puede comprender formas de onda de la misma forma sustancial, incluso cuando la amplitud y/o ciclo de trabajo o período se ajusta para controlar la energía eléctrica procesada.

30 Ventajosamente, los objetivos de la invención se consiguen ya que la energía eléctrica procesada que comprende una forma de onda con una frecuencia de al menos 18 kHz o más en particular de al menos: 20 o 25 o 30 o 35 o 40 o 50 kHz es un riesgo de seguridad menor para los humanos y animales que los aparatos de la técnica anterior, que operan fuera de este rango de frecuencia. Con más detalle, se ha descubierto que para corriente eléctrica por encima de tales frecuencias, los sistemas de tejido nervioso y muscular de humanos y animales no tienen tiempo para reaccionar a la corriente. Con más detalle, dichos sistemas nerviosos tienen mecanismos de transporte que comprenden la transmisión de iones químicos a través de una membrana celular. Dichos mecanismos de transporte se producen durante un período de tiempo finito, denominado cronaxia, por ejemplo, la cronaxia de una célula nerviosa puede ser de 0,1 a 10 ms. Para frecuencias eléctricas en dicho rango, se ha descubierto que la descarga eléctrica deja de ser aparente y el sistema nervioso puede no responder de una manera sustancialmente perjudicial.

45 Además, los objetivos de la invención se consiguen ya que una energía eléctrica procesada que comprende una forma de onda con una frecuencia de al menos 18 kHz o más particularmente de al menos: 20 o 25 o 30 o 35 o 40 o 50 kHz se cree que es efectiva al controlar el crecimiento de las plantas que el aparato de la técnica anterior, que opera fuera de este rango de frecuencia. En particular, se cree que las plantas tienden a conducir dicha corriente de alta frecuencia a través de sus capas externas, causando daños por el calor a dichas capas conductoras. En el tallo de una planta, las capas externas comprenden: xilema; floema; esclerénquima; corteza; epidermis, mientras que las capas internas comprenden el protoxilema y la médula. Se cree que la corriente de alta frecuencia se concentra en particular en el xilema y/o floema que comprende el tejido vivo de la planta para el transporte de agua y otros nutrientes. Por consiguiente, son críticos para la planta y están más específicamente dirigidos por la corriente en el rango de alta frecuencia reivindicado.

50 La unidad de procesamiento de energía eléctrica está configurada para producir energía eléctrica procesada para destruir una planta (por ejemplo, la destrucción inmediata de la planta de manera que la planta no vuelva a crecer) o al menos atenuar el crecimiento de una planta (por ejemplo, de tal manera que el crecimiento natural de una planta se reduce sustancialmente). La unidad de procesamiento de energía eléctrica está configurada para producir energía eléctrica procesada que tiene una corriente inicial de al menos 10 mA. Más particularmente, la corriente puede ser 50 mA o 100 mA o 500 mA (rms o punto máximo). La corriente es suficiente para un daño sustancial del cuerpo, es decir, el tallo de la planta a medida que se desplaza a través de ella. La unidad de procesamiento de energía eléctrica está configurada para producir energía eléctrica procesada que tiene una potencia (es decir, la potencia inicial cuando se aplica la energía eléctrica por primera vez a una planta) de al menos 5 W o 10 W o 50 W o 100 W. La unidad de procesamiento de energía eléctrica está configurada para producir energía eléctrica procesada que es operable para destruir una planta o al menos atenuar parcialmente el crecimiento de la planta con un tiempo de tratamiento de al menos 10 o 100 milisegundos. La frecuencia máxima puede ser 5 MHz o 2 MHz o 1 MHz o 500 kHz o 350 kHz o 100 kHz o 75 kHz o 50 kHz o 40 kHz o cualquier valor entre ellos.

Los rangos de frecuencia mínima y máxima mencionados anteriormente se pueden combinar de cualquier manera (es decir, tal que la frecuencia máxima sea mayor que la frecuencia mínima). El rango de frecuencia preferente puede seleccionarse, por ejemplo, como 18 kHz - 500 kHz o 20 kHz - 100 kHz o 30 kHz - 50 kHz. Se apreciará que a medida que aumenta la frecuencia, es decir, a partir de 18 kHz, aumentan los efectos mencionados anteriormente.

5 Ventajosamente, configurando la unidad de procesamiento de energía eléctrica para operar en dicho rango de alta frecuencia, puede hacerse particularmente compacta ya que los componentes de alta frecuencia adecuados son generalmente más compactos que los que están configurados para operar a baja frecuencia.

10 La energía eléctrica procesada puede comprender una forma de onda periódica o aperiódica, es decir, una forma de onda que se repite continuamente con las unidades de repetición que tienen un período constante o variable, por ejemplo una onda pulsada con un ciclo de trabajo fijo o un ciclo de trabajo variable. La forma de la unidad repetitiva puede ser un elemento o una combinación de una o más de las siguientes formas: onda sinusoidal; onda de diente de sierra; onda triangular; onda cuadrada; pulsada, por ejemplo CC pulsátil, media onda rectificada; otra forma
15 conocida. La forma exacta de la unidad de repetición puede ser una aproximación de una de las formas mencionadas anteriormente por razones de distorsión, por ejemplo sobreimpulso/subimpulso y el tiempo de llamada y asentamiento asociado. La unidad de repetición puede ser positiva o negativa o una combinación de las mismas con respecto a un valor de referencia, que es habitualmente 0 V. El circuito de control controla, generalmente, el convertidor por medio de una señal de control. La forma de la energía eléctrica procesada puede corresponder
20 generalmente a la definida por la señal de control (por ejemplo, una forma de onda de CA o CC), pero puede ser una aproximación de la misma por razones de distorsión.

El aspecto de control del circuito de control puede ser una función simple, por ejemplo encendido/apagado de la energía eléctrica procesada, por ejemplo para una unidad de procesamiento de energía eléctrica configurada para
25 producir energía eléctrica procesada de una forma de onda fija. En un ejemplo más sofisticado, el aspecto de control puede ser el control de uno o más de una lista que comprende los siguientes aspectos de la forma de onda de la energía eléctrica procesada: forma; ciclo de trabajo, que normalmente está en el rango de 0,05 – 0,45 (por ejemplo, para una forma de onda pulsada); encendido/apagado; amplitud (por ejemplo, para mantener el voltaje máximo a una magnitud particular para una carga variable); frecuencia; período; corriente; potencia; forma; otro aspecto.
30

El circuito de control está configurado, preferentemente, para controlar el aspecto de la energía eléctrica procesada, que generalmente es uno o más de: voltaje; corriente; potencia. El circuito de control puede configurarse para controlar el aspecto para: mantenerse sustancialmente a un valor predeterminado; y/o estar por debajo o por encima
35 de un valor predeterminado (por ejemplo, un valor predeterminado diferente al sustancialmente mantenido); y/o estar dentro de un rango particular, que está determinado por un primer y un segundo valor predeterminado (por ejemplo, el primer y segundo valores predeterminados son diferentes entre sí y pueden ser diferentes a los valores predeterminados mencionados anteriormente). El control es generalmente para dicho aspecto de la energía eléctrica procesada a través o sobre una carga, ya que la carga varía durante el tratamiento, por lo que la carga comprende una corriente extraída a través de una planta tratada.
40

Sustancialmente a un valor predeterminado puede definirse como ± 1 o 2,5 o 5 % de un valor particular del aspecto. En la configuración en la que el aspecto es el voltaje, el valor particular puede ser, por ejemplo, 5 o 10 kV (por ejemplo, el punto máximo o el voltaje eficaz). En la configuración en la que el aspecto es la corriente, el valor particular puede ser, por ejemplo, 0,1 o 0,5 A (por ejemplo, el punto máximo o la corriente eficaz). En la configuración en la que el aspecto es potencia, el valor predeterminado puede ser, por ejemplo, 500 o 1000 W.
45

Por debajo o por encima de un valor predeterminado puede simplemente delimitar el valor máximo o mínimo del aspecto. En la configuración en la que el aspecto es el voltaje, el valor predeterminado puede ser, por ejemplo, 5 o 10 kV (por ejemplo, el punto máximo o el voltaje eficaz), de modo que este valor no se excede o se establece como mínimo. En la configuración en la que el aspecto es la corriente, el valor particular puede ser, por ejemplo, 0,1 o 0,5 A (por ejemplo, el punto máximo o la corriente eficaz), de modo que este valor no se excede o se establece como mínimo. En la configuración en la que el aspecto es potencia, el valor predeterminado puede ser, por ejemplo, 500 o 1000 W, de modo que este valor no se exceda o se establezca como mínimo. El valor máximo o mínimo puede definirse alternativamente como ± 5 o 15 o 20 o 25 % de un valor nominal, por ejemplo los valores de voltaje, corriente o potencia mencionados anteriormente.
50
55

Dentro de un rango particular definido por un primer y segundo valor predeterminado delimita simplemente el valor máximo y mínimo del aspecto. En la configuración en la que el aspecto es el voltaje, el primer valor predeterminado puede ser, por ejemplo, 5 kV y el segundo valor predeterminado puede ser, por ejemplo, 10 kV (por ejemplo, el punto máximo o el voltaje eficaz), de modo que el voltaje se mantenga por encima de 5 kV y por debajo de 10 kV. De manera similar, se pueden usar valores de 0,1 o 0,5 A (por ejemplo, el punto máximo o la corriente eficaz) y 500 o 1000 W para corriente y potencia. El primer y segundo valor predeterminado pueden definirse alternativamente como ± 5 o 15 o 20 o 25 % de un valor nominal, por ejemplo, los valores de voltaje, corriente o potencia mencionados anteriormente.
60
65

El circuito de control puede configurarse para controlar uno o más de los aspectos mencionados anteriormente

controlando una amplitud y/o ciclo de trabajo o período de la energía eléctrica procesada. Tal control puede ser de bucle abierto o de bucle cerrado utilizando la señal de retroalimentación del convertidor.

5 En la configuración en la que dicho aspecto es el voltaje, el circuito de control puede configurarse: en respuesta a un voltaje decreciente (por ejemplo, el punto máximo o voltaje eficaz) de la energía eléctrica procesada aumenta la amplitud y/o ciclo de trabajo o período del mismo; y/o en respuesta a un voltaje creciente de la energía eléctrica procesada disminuyen la amplitud y/o el ciclo de trabajo o el período del mismo. En la configuración en la que dicho aspecto es la corriente o la potencia, el circuito de control puede configurarse: en respuesta a una corriente decreciente (por ejemplo, el punto máximo o la corriente eficaz) de la energía eléctrica procesada aumenta la amplitud y/o el ciclo de trabajo o período de la misma; y/o en respuesta a una corriente creciente de la energía eléctrica procesada disminuyen la amplitud y/o el ciclo de trabajo o el período de la misma.

15 El circuito de control puede estar configurado para permitir que dicho aspecto aumente inicialmente de un primer valor a un segundo valor, en el que al alcanzar el segundo valor dicho aspecto se controla de una de las maneras mencionadas anteriormente. Como ejemplo de esta configuración de control: en la configuración en la que el aspecto es el voltaje, el primer valor puede ser, por ejemplo, de 2 kV y el segundo valor puede ser de 5 kV, en el que cuando se alcanzan los 5 kV se implementa el control, por ejemplo para: mantener el voltaje sustancialmente a 5 kV o ser $\pm 20\%$ de 5 kV o si el voltaje disminuye de 5 kV el ciclo de trabajo o período y/o amplitud de la energía eléctrica procesada aumenta.

20 El convertidor puede comprender al menos un sensor, estando el circuito de control conectado operativamente al sensor para recibir del mismo una señal de retroalimentación del convertidor, comprendiendo la señal de retroalimentación del convertidor información para supervisar la energía eléctrica procesada. Los sensores del convertidor pueden ser un sensor de voltaje y/o un sensor de corriente y la señal de retroalimentación del convertidor correspondiente puede comprender información de voltaje y/o corriente.

30 El circuito de control puede configurarse para proporcionar control de bucle abierto de uno o más aspectos de la energía eléctrica procesada de salida. Alternativamente, el circuito de control puede configurarse para proporcionar control de bucle cerrado de dicho uno o más aspectos de la energía eléctrica procesada usando dicha señal de retroalimentación del convertidor. Dicho control de la energía eléctrica procesada se hace habitualmente a través del control de la señal de forma de onda, por ejemplo a través de un control de la unidad de generación de forma de onda y otras unidades asociadas cuando están presentes.

35 El circuito de control puede funcionar además para controlar el funcionamiento de uno o más de: la unidad de aplicación; la unidad de tierra; la fuente de energía eléctrica, por ejemplo por una fuente de energía eléctrica de retroalimentación y señal de control.

40 Habitualmente, el circuito de control comprende un procesador, por ejemplo para emitir dicha señal de control para controlar el convertidor. El procesador proporciona, generalmente, el control mencionado anteriormente de la energía eléctrica procesada. El circuito de control puede comprender además una interfaz de usuario conectada operativamente al procesador para controlar el funcionamiento del procesador y/o para supervisar el funcionamiento de una o más de una lista que comprende lo siguiente: la unidad de procesamiento de energía eléctrica; la unidad de aplicación; la unidad de tierra; la fuente de energía eléctrica. Alternativamente, no hay una interfaz de usuario, por ejemplo, el circuito de control se hace funcionar automáticamente en respuesta a una corriente aplicada desde la fuente de energía eléctrica.

50 El convertidor está configurado para convertir la energía eléctrica no procesada en la forma deseada de energía eléctrica procesada, por ejemplo a través de la conversión de uno o más de: voltaje; corriente; frecuencia; otros aspectos opcionales de la forma de onda.

55 El convertidor puede comprender una unidad de conversión que puede tener diversas configuraciones dependiendo de su modo de operación, por ejemplo: el convertidor convierte solo la frecuencia (por ejemplo, la energía eléctrica no procesada se suministra al voltaje deseado) y la unidad de conversión comprende un interruptor de horquilla operado eléctricamente, el interruptor dispuesto en serie con la energía eléctrica no procesada; el convertidor convierte solo el voltaje (por ejemplo, la energía eléctrica no procesada se suministra a la frecuencia deseada) y la unidad de conversión comprende un transformador variable o no variable. En otros ejemplos, la unidad de conversión puede comprender una bomba de carga o un convertidor elevador u otro componente eléctrico adecuado.

60 En general, la energía del convertidor aumenta el voltaje y aplica la frecuencia deseada, por ejemplo, la energía eléctrica no procesada es de un voltaje más bajo que la energía eléctrica procesada y tiene una corriente continua. En tal ejemplo, el circuito de control de la unidad de procesamiento de energía eléctrica puede comprender una unidad de generación de forma de onda y un procesador. La unidad de generación de forma de onda está configurada para generar una señal de control que comprende una señal de forma de onda, por ejemplo el procesador está configurado para controlar el convertidor a través de la unidad de generación de forma de onda (y otros componentes asociados cuando están presentes). La señal de forma de onda comprende, generalmente, una

señal de CA o CC no estable que es representativa de la forma de onda de la energía eléctrica procesada, por ejemplo, es amplificada por el convertidor para derivar la forma requerida de la energía eléctrica procesada. La forma de onda de la señal de forma de onda puede ser controlada por el procesador en función de su: forma; ciclo de trabajo, que normalmente está en el rango de 0,05 – 0,45 (por ejemplo, para una forma de onda pulsada); encendido/apagado; amplitud (por ejemplo, para mantener el voltaje máximo a una magnitud particular para una carga variable); frecuencia; período; corriente; potencia; forma; otro aspecto, por ejemplo para controlar la energía eléctrica procesada de una de las maneras mencionadas anteriormente. El procesador y el generador de forma de onda pueden ser una unidad integrada, por ejemplo, un circuito integrado o unidades separadas en comunicación a través de una señal de control. Generalmente, la unidad de generación de forma de onda forma parte del circuito de control mencionado anteriormente que comprende el procesador. Sin embargo, la unidad de generación de forma de onda puede comprender un componente electrónico operable para generar una salida de forma de onda fija, por ejemplo sin otra entrada que no sea un suministro de energía eléctrica. Por ejemplo, puede comprender cualquier generador de señal adecuado que pueda estar dispuesto como un circuito integrado. En tal ejemplo, el procesador puede obviarse. En tal ejemplo, el convertidor puede comprender una unidad de conmutación y una unidad de convertidor. La unidad de conmutación puede comprender uno o más interruptores accionados eléctricamente, recibiendo dicho interruptor la señal de control y conmutando con ella la energía eléctrica no procesada. El interruptor accionado eléctricamente puede ser un transistor o un triac u otro componente adecuado. En tal ejemplo, la unidad de conversión puede comprender un transformador. El transformador puede disponerse con la energía eléctrica no procesada conmutada a través de un devanado primario del mismo y la energía eléctrica procesada a través de un devanado secundario del mismo. En tal ejemplo, la unidad de conversión puede comprender otro componente eléctrico adecuado tal como una bomba de carga o un convertidor elevador.

El aparato comprende una unidad de aplicación. La unidad de aplicación comprende un electrodo de aplicación. El electrodo de aplicación comprende un material eléctricamente conductor (por ejemplo, un material con alta conductividad eléctrica, como un metal y no un material dieléctrico), que está conectado al convertidor de la unidad de procesamiento de energía eléctrica para recibir del mismo la energía eléctrica procesada. El electrodo de aplicación está configurado para la transmisión directa de la energía eléctrica procesada a una planta, por ejemplo una porción sustancial del electrodo de aplicación está expuesta de modo que pueda tocar una planta para la transmisión directa de la energía eléctrica procesada a la misma.

El electrodo de aplicación de la unidad de aplicación puede comprender además un material dieléctrico, que está dispuesto con la energía eléctrica procesada transmitida (por ejemplo, sustancialmente o completamente) a través de dicho material dieléctrico a una planta tratada (por ejemplo, la transmisión es del orden de: material eléctricamente conductor; material dieléctrico; planta). El material dieléctrico es preferentemente operable para conducir la energía eléctrica procesada por acción capacitiva. El material dieléctrico puede comprender una capa o revestimiento sobre el material eléctricamente conductor, por ejemplo en una superficie exterior expuesta del mismo. El material dieléctrico puede tener un espesor de al menos 0,1 o 0,5 o 1 mm. El material dieléctrico puede tener un espesor máximo menor o igual a 2 o 5 o 10 mm.

El aparato comprende una unidad de tierra que comprende un electrodo de tierra. El electrodo de tierra comprende un material eléctricamente conductor (por ejemplo, un material con alta conductividad eléctrica, como un metal y no un material dieléctrico), que está conectado al convertidor para recibir la energía eléctrica procesada transmitida desde la unidad de aplicación a través de una carga que comprende una planta. La unidad de tierra completa una ruta de corriente que comprende: la fuente de energía eléctrica; la unidad de procesamiento de energía eléctrica; la unidad de aplicación; la planta tratada; el suelo; la unidad de tierra; la unidad de procesamiento de energía eléctrica; la fuente de energía eléctrica. El electrodo de tierra puede configurarse para recibir la energía eléctrica de alto voltaje cuando se inserta en el suelo. Alternativamente, el electrodo de tierra puede configurarse para recibir la energía eléctrica de alto voltaje cuando descansa sobre una superficie del suelo, es decir, para mantener la continuidad eléctrica entre el suelo y el electrodo de tierra cuando descansa sobre la superficie del suelo, por ejemplo de modo que la energía eléctrica procesada transmitida desde la unidad de aplicación a una planta y hacia el suelo se pueda transmitir desde el suelo a la unidad de tierra sin que la unidad de tierra necesite ser insertada en el suelo. Preferentemente, el electrodo de tierra está configurado para mantener la continuidad eléctrica con la tierra mientras se mueve a lo largo del suelo, por ejemplo deslizándose o rodando como parte de un miembro giratorio. Habitualmente, un electrodo de tierra de este tipo está configurado para tener una superficie sustancialmente plana para apoyarse en el suelo, por ejemplo con un área de superficie de al menos 5 o 10 o 20 o 50 cm², por ejemplo como una placa.

Habitualmente, una unidad de tierra de este tipo se usa cuando la frecuencia de la energía eléctrica procesada es superior a 20 o 25 o 40 o 50 o 75 o 100 kHz.

El electrodo de tierra de la unidad de tierra puede comprender además un material dieléctrico, que esté dispuesto con la energía eléctrica procesada que se transmite (por ejemplo, sustancial o totalmente) a través de dicho material dieléctrico al material eléctricamente conductor (por ejemplo, la transmisión es del orden de: planta; material dieléctrico; material eléctricamente conductor). El material dieléctrico es preferentemente operable para conducir la energía eléctrica procesada por acción capacitiva. El material dieléctrico puede comprender una capa o revestimiento sobre el material eléctricamente conductor, por ejemplo en una superficie exterior expuesta del mismo.

El material dieléctrico puede tener un espesor de al menos 0,1 o 0,5 o 1 mm. El material dieléctrico puede tener un espesor máximo menor o igual a 2 o 5 o 10 mm.

5 El aparato que controla eléctricamente el crecimiento de la planta puede comprender una fuente de energía eléctrica conectada a la unidad de procesamiento de energía eléctrica y/o medios para conectar una fuente de energía eléctrica a la unidad de procesamiento de energía eléctrica (por ejemplo, un enchufe). La fuente de energía eléctrica puede comprender una de las fuentes de energía eléctrica seleccionadas entre las siguientes: motor-generador; batería; pila de combustible; suministro eléctrico de red; árbol de toma de fuerza del vehículo que acciona un generador. La fuente de energía eléctrica (como en los ejemplos mencionados anteriormente) puede ser una fuente portátil (por ejemplo, la batería) o externa (por ejemplo, un suministro de línea de CA). Los medios para la conexión pueden comprender parte de una interfaz eléctrica, por ejemplo, un enchufe.

15 Según un tercer aspecto, en el presente documento se divulga un método de uso del aparato del primer aspecto para controlar eléctricamente el crecimiento de la planta que comprende: suministrar directamente a una planta energía eléctrica procesada a una planta usando el aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de la planta según cualquier característica del segundo aspecto, en el que la energía eléctrica procesada comprende una forma de onda, que puede tener una unidad repetitiva de diversas formas, con una frecuencia de al menos 18 kHz y con un voltaje máximo de al menos 1 kV u otro rango de frecuencia y voltaje.

20 El método puede comprender además controlar un aspecto de la energía eléctrica procesada. Dicho aspecto puede controlarse controlando una amplitud y/o ciclo de trabajo o período de la energía eléctrica procesada. Dicho aspecto puede ser uno o más de los siguientes: voltaje; corriente; potencia. El control puede ser de bucle abierto o bucle cerrado que utiliza la señal de retroalimentación del convertidor. El método puede comprender además controlar que dicho aspecto: se mantenga sustancialmente a un valor predeterminado; o esté por debajo o por encima de un valor predeterminado; o esté dentro de un rango particular, que está determinado por un primer valor predeterminado y un segundo valor predeterminado diferente.

30 El método puede comprender el uso del aparato para controlar eléctricamente el crecimiento de la planta que comprende la unidad de tierra que comprende el electrodo de tierra mencionado anteriormente que está configurado para recibir la energía eléctrica de alto voltaje cuando descansa sobre una superficie del suelo (por ejemplo, está dispuesta de manera plana al suelo, por ejemplo sin inserción en el suelo) para: controlar eléctricamente el crecimiento de una primera planta situada en una primera ubicación y una segunda planta situada en una segunda ubicación: moviendo el electrodo de tierra de la unidad de tierra a lo largo del suelo mientras se mantiene la continuidad eléctrica entre la unidad de tierra y el suelo, por ejemplo la continuidad eléctrica se mantiene sin la necesidad de insertar el electrodo de la unidad de tierra en el suelo. La unidad de aplicación se puede mover entre la proximidad operativa de la primera ubicación y la proximidad operativa de la segunda ubicación mientras se mueve el electrodo de tierra de la unidad de tierra que descansa sustancialmente en el suelo entre la proximidad operativa de la primera ubicación y la proximidad operativa de la segunda ubicación.

40 El método puede comprender establecer un voltaje de umbral. El método puede comprender determinar un tiempo de tratamiento. El voltaje de umbral y el tiempo de tratamiento pueden determinarse a partir de datos experimentales (por ejemplo, una base de datos) y/o predecirse (por ejemplo, basándose en datos experimentales relevantes).

45 En el presente documento, según un cuarto aspecto de la invención, se divulga el uso de una unidad de procesamiento de energía eléctrica según cualquier característica del primer aspecto para tratar una planta para destruir o al menos atenuar el crecimiento de la misma.

50 En el presente documento, según un quinto aspecto de la invención, se divulga un programa informático para un procesador de un circuito de control de una unidad de procesamiento de energía eléctrica, comprendiendo el programa informático un código de programa para implementar el método del tercer aspecto. El código del programa puede ser para programar el procesador, por ejemplo para cargar en una unidad de memoria del mismo o para programar la lógica programable del procesador.

55 El programa de ordenador puede comprender además un código de programa para: controlar un aspecto de la energía eléctrica procesada. Dicho aspecto puede controlarse controlando una amplitud y/o ciclo de trabajo o período de la energía eléctrica procesada. Dicho aspecto puede ser uno o más de los siguientes: voltaje; corriente; potencia. El control puede ser de bucle abierto o bucle cerrado que utiliza una señal de retroalimentación del convertidor de entrada. El programa informático puede comprender además un código de programa para: controlar dicho aspecto que se mantendrá sustancialmente en y/o por debajo y/o por encima de un valor predeterminado y/o dentro de un rango particular, estando el rango determinado por un primer y segundo valor predeterminado. Otras características controladas por el código del programa informático incluyen las del primer y segundo aspecto.

65 Según un sexto aspecto de la invención, en el presente documento se divulga un medio legible por ordenador que comprende el programa informático según cualquier característica del cuarto aspecto. El medio legible por ordenador no transitorio puede comprender una unidad de memoria del procesador u otro medio de almacenamiento legible por ordenador para tener un código de programa legible por ordenador almacenado en el mismo para

programar un ordenador, por ejemplo un disco duro, un CD-ROM, un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético, memoria Flash.

5 Los aspectos anteriores de la invención pueden combinarse en cualquier combinación adecuada. Además, diversas características del presente documento se pueden combinar con uno o más de los aspectos anteriores para proporcionar combinaciones distintas de las específicamente ilustradas y descritas. Otros objetivos y características ventajosas de la invención serán evidentes a partir de las reivindicaciones, de la descripción detallada y de los dibujos adjuntos.

10 Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la invención, y para mostrar cómo se pueden llevar a cabo realizaciones de la misma, ahora se hará referencia a modo de ejemplo a los dibujos esquemáticos adjuntos en los que:

15 la figura 1 es un diagrama de bloques de un aparato que destruye eléctricamente las malas hierbas según la invención;

la figura 2 es un diagrama de bloques de una primera realización de una fuente de energía eléctrica del aparato de la figura 1;

20 la figura 3 es un diagrama ilustrativo de una segunda realización de la fuente de energía eléctrica de la figura 1;

la figura 4 es un diagrama ilustrativo de una primera realización de una unidad de aplicación del aparato de la figura 1;

25 la figura 5 es un diagrama ilustrativo de una segunda realización de la unidad de aplicación de la figura 1;

la figura 6 es un diagrama ilustrativo de una unidad de tierra del aparato que destruye eléctricamente las malas hierbas de la figura 1.

30 la figura 7 es un diagrama de bloques que muestra una realización de una unidad de procesamiento de energía eléctrica del aparato de la figura 1;

35 la figura 8 es un diagrama de bloques que muestra una realización de un circuito de control y un convertidor de la unidad de procesamiento de energía eléctrica de la figura 7;

la figura 9 es un diagrama esquemático que muestra una realización de un convertidor de la unidad de procesamiento de energía eléctrica de la figura 7;

40 la figura 10 es un diagrama esquemático de una primera realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica de la figura 1;

45 la figura 11 es un diagrama esquemático de una segunda realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica de la figura 1;

la figura 12 es una ilustración de una señal de forma de onda y una salida de energía eléctrica procesada correspondiente de la segunda realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica;

50 la figura 13 es un diagrama esquemático de una tercera realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica de la figura 1;

la figura 14 es un diagrama esquemático de una cuarta realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica de la figura 1;

55 la figura 15 es una ilustración del aparato que destruye eléctricamente las malas hierbas de la figura 1 adaptado para su uso en un entorno agrícola;

60 la figura 16 muestra los resultados experimentales tabulados del aparato que destruye eléctricamente las malas hierbas según la invención.

Descripción detallada de realizaciones a modo de ejemplo

A continuación se describe un único aparato de realización general al que se pueden agregar sin limitación las diversas características de realización descritas, incluidas las descritas en el sumario de la invención.

65 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de una abstracción a modo de ejemplo del aparato eléctrico 2 para

controlar el crecimiento de la planta según la invención. El aparato 2 puede adaptarse adecuadamente para aplicaciones en las que se requiere tratar grandes áreas de plantas, por ejemplo, aplicaciones en un entorno agrícola o entornos comerciales (tales como campos de golf o campos deportivos). Igualmente, puede adaptarse para aplicaciones en las que se requiere tratar áreas más pequeñas de plantas, por ejemplo, uso privado no comercial en el tratamiento de un jardín de un usuario doméstico. Se puede considerar que el aparato 2 comprende en un primer nivel del mismo: una fuente de energía eléctrica 4; un circuito de energía eléctrica procesada 20; una unidad de procesamiento de energía eléctrica 6, que se describe secuencialmente.

Fuente de energía eléctrica

La fuente de energía eléctrica 4 es operable para proporcionar energía eléctrica no procesada a la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 para convertirla en energía eléctrica procesada 36. La energía eléctrica no procesada 34 puede comprender cualquier tipo de energía eléctrica, tal como: corriente continua (CC), por ejemplo 12 V - 24 V; o una corriente alterna (CA), por ejemplo 110 Vrms - 240 Vrms a 50 - 60 Hz. La fuente de energía eléctrica 4 puede ser controlada total o parcialmente por la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6, por ejemplo mediante el control de bucle abierto o mediante el control de bucle cerrado, que comprende el uso de una señal de control y retroalimentación de fuente de energía eléctrica para controlar y supervisar aspectos de la energía eléctrica no procesada 34, por ejemplo el voltaje y/o la corriente y/o la frecuencia por medio de sensores, que se analiza con más detalle más adelante. Alternativamente, la fuente de energía eléctrica 4 tiene un sistema de control separado, que comprende una interfaz de usuario, tal como accionadores y/o un sistema de control dedicado. La fuente de energía eléctrica 4 puede estar dispuesta integrada o separada de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6. Además, la fuente de energía eléctrica 4 puede estar dispuesta para suministrar una o más unidades de procesamiento de energía eléctrica 6, que se controlan de manera común o independiente. Por consiguiente, se apreciará que la fuente de energía eléctrica 4 puede comprender diversos medios, cuyos ejemplos se analizan a continuación.

En la figura 2, se muestra en forma de bloque una primera realización preferente de la fuente de energía eléctrica 4, que es aplicable a entornos agrícolas o domésticos. En el presente documento, un motor-generador comprende un motor de combustión interna 10 y un generador electromagnético 12. El motor 10 proporciona energía rotacional a un rotor del generador 12 que está configurado para convertir la energía rotacional en la energía eléctrica no procesada 34, que es a su vez suministrado a la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6.

El generador del motor comprende además controles 14 operables para controlar como entrada el motor 10 y/o el generador 12. Por ejemplo, los controles 14 pueden ser operables para controlar uno o más de los siguientes parámetros operativos de entrada del motor 10: arranque/apagado; velocidad angular (del rotor o motor); otros parámetros operativos tales como el estrangulador y un interruptor de desconexión del generador 12. Los controles 14 pueden comprender medios manuales (por ejemplo, accionadores) y/o automatizados (por ejemplo, accionadores operados eléctricamente). Los controles 14 automatizados son controlados preferentemente por la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6. El control puede ser de bucle abierto o de bucle cerrado: por ejemplo los controles automatizados se controlan por medio de una señal de control y retroalimentación de la fuente de energía eléctrica 78 provista por sensores del motor-generador de modo que si una diferencia entre la salida de un parámetro de operación particular y un valor de referencia asociado es una cierta cantidad, entonces la entrada se cambia en consecuencia. La señal de control y retroalimentación de la fuente de energía eléctrica 78 puede comprender información relacionada con aspectos del motor-generador, tal como uno de más de los siguientes: velocidad angular; estrangulador; nivel de aceite/temperatura; nivel/temperatura del agua; otros parámetros operativos.

En la figura 3 se muestra una segunda realización de una fuente de energía eléctrica 4, que es adecuada para entornos agrícolas. En el presente documento, la fuente de energía eléctrica 4 comprende un vehículo 16, tal como un vehículo adaptado para uso agrícola (por ejemplo, un tractor), que proporciona un accionamiento giratorio desde un árbol de toma de fuerza a un rotor de un generador electromagnético 18. Habitualmente, el árbol de toma de fuerza gira a 540 rpm y, a través de un tren de accionamiento, acciona el rotor para girar a 1500 - 1800 rpm. El generador electromagnético 18 está configurado para convertir la energía de rotación en la energía eléctrica no procesada 34, que a su vez se suministra a la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 para su procesamiento. Habitualmente, la energía eléctrica suministrada por el generador electromagnético 18 tiene 110 Vrms - 240 Vrms a 50 - 60 Hz. El generador electromagnético puede integrarse como parte del vehículo, y por tanto el vehículo genera la energía eléctrica no procesada 34.

En una tercera realización, la fuente de energía eléctrica 4 comprende una batería o una pila de combustible. En esta realización, la energía eléctrica no procesada 34 que se suministra a la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 es una corriente continua. Un ejemplo de una batería adecuada es una unidad de 12 V - 24 V como se usa en la industria automotriz. Esta realización es aplicable a entornos agrícolas o domésticos.

En una cuarta realización, la fuente de energía eléctrica 4 comprende un suministro de línea de CA, tal como un suministro de red de una propiedad comercial o doméstica. Por consiguiente, el suministro de línea puede ser 110 - 120 Vrms CA o 220 - 240 Vrms CA a 50 - 60 Hz. Esta realización es aplicable a entornos agrícolas o domésticos.

Circuito procesado de energía eléctrica

5 El circuito de energía eléctrica procesada 20 comprende un circuito que transmite la energía eléctrica procesada desde la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6. El circuito comprende electrodos de la unidad de aplicación 8 y la unidad de tierra 74 y en uso una planta tratada y la tierra. La unidad de aplicación 8 y la unidad de tierra 74 se describirán secuencialmente.

Unidad de aplicación

10 La unidad de aplicación 8 está configurada para recibir energía eléctrica procesada 36 desde la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 y para transmitir dicha energía eléctrica a una o más plantas preferentemente por medio de contacto directo con la misma.

15 La unidad de aplicación 8 comprende uno o una pluralidad de electrodos de aplicación, en la que el/cada electrodo de aplicación está configurado para aplicar la energía eléctrica procesada 36 a la/a cada planta, preferentemente por contacto directo con la misma. En un ejemplo que comprende una pluralidad de electrodos de aplicación, los electrodos de aplicación pueden estar dispuestos en serie o en paralelo o una combinación de los mismos con respecto a la energía eléctrica recibida. Además, la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 puede suministrar una salida de energía eléctrica separada para cada uno o un grupo (es decir, 2 o más) de la pluralidad de electrodos de aplicación, por ejemplo, hay un transformador separado o devanado de transformador para cada uno o el grupo de electrodo de aplicación. De manera similar, una única unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 puede suministrar una o una pluralidad de unidades de aplicación 8, por ejemplo las unidades de aplicación 8 están dispuestas en serie o en paralelo o una combinación de las mismas con respecto a la energía eléctrica recibida o la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 tiene una salida de energía eléctrica separada para cada unidad de aplicación 8.

30 El electrodo de aplicación comprende un material eléctricamente conductor, por ejemplo cobre, zinc, bronce, latón, aluminio o acero. El electrodo de aplicación puede comprender además un material dieléctrico aislante, que es operable para conducir la energía eléctrica procesada 36 por acción capacitiva, tal como una alúmina u otra cerámica, por ejemplo alúmina o porcelana o un plástico tal como Perspex^R. El material dieléctrico está dispuesto con respecto al material eléctricamente conductor de tal manera que una planta tratada recibe la energía eléctrica procesada 36 sustancial o completamente a través del material dieléctrico, por ejemplo una superficie externa completa del material eléctricamente conductor está recubierta con el material dieléctrico o está recubierta una superficie externa expuesta. Habitualmente, el material dieléctrico del electrodo de aplicación es una capa o recubrimiento, que tiene un espesor de 0,5 – 2,5 mm. Ventajosamente, el material dieléctrico actúa para reducir el arco eléctrico. Además, se puede evitar que la energía eléctrica procesada 36 en el material conductor del electrodo de aplicación esté en contacto directo con un usuario. La energía eléctrica procesada 36 puede conducirse eficazmente a través del material dieléctrico a alta frecuencia, es decir, por encima de 18 kHz o más particularmente por encima de 20 o 25 o 40 o 50 kHz.

45 En vista de lo anterior, se apreciará que la unidad de aplicación 8 puede comprender diversas disposiciones. Las realizaciones con unidad(es) de aplicación adaptadas para una cobertura de área amplia (por ejemplo, mediante una o una combinación de las siguientes: numerosas unidades de aplicación; numerosos electrodos de aplicación; unidades de aplicación con electrodos para cobertura de área amplia) son adecuadas para aplicaciones agrícolas o comerciales. Del mismo modo, las realizaciones con unidad(es) de aplicación adaptadas para cobertura de área pequeña (por ejemplo, por medio de una o una combinación de las siguientes: unidades de aplicación únicas; electrodos de aplicación únicos o múltiples; electrodos con cobertura de área pequeña) son adecuadas para aplicaciones comerciales. La cobertura de área amplia se puede definir como la que comprende un área de tratamiento del suelo de 50 cm² o 1m² o más. La cobertura de área pequeña se puede definir como plantas individuales o un área de tratamiento del suelo de hasta 5 cm² o hasta 10 cm². A continuación se analizan ejemplos de diversas unidades de aplicación 8.

55 En la figura 4 se ilustra una primera realización de una unidad de aplicación 8, que generalmente es aplicable a entornos privados no comerciales. En el presente documento, la unidad de aplicación 8 comprende un cabezal de aplicación 22 y un cuerpo 24, que se describen secuencialmente.

60 El cabezal de aplicación 22 es para la transmisión de la energía eléctrica a una planta, y para este fin comprende el aplicador, el electrodo 26 para contacto directo con la misma. El electrodo 26 puede conformarse con diversas configuraciones, que se seleccionan para el régimen de tratamiento pretendido, por ejemplo: una varilla para barrer áreas de plantas densas; una forma de gancho para separar las plantas. El electrodo de aplicación puede ser sustancialmente rígido o conforme, de modo que se desplaza durante el tratamiento.

65 El cuerpo 24 sirve para: la conexión de la unidad de aplicación 8 a un chasis del aparato 2 en un ejemplo en el que la unidad de aplicación 8 está fijada a un chasis del aparato; la sujeción por un usuario en un ejemplo en el que la unidad de aplicación 8 es discreta de un chasis y se puede mover independientemente del mismo. Para este fin, el

cuerpo 24 puede comprender una porción de conexión/sujeción 80 y una porción de extensión 28. La porción de conexión/sujeción 80 es para dicha conexión/sujeción de la unidad de aplicación 8. La porción de extensión 28 proporciona una posición extendida del cabezal 22 con respecto a la porción de conexión/sujeción 80 por conveniencia de uso. En un extremo proximal de la porción de extensión 28 está dispuesta la porción de conexión/sujeción 80 y en un extremo distal está dispuesto el cabezal 22. La porción de conexión/sujeción 80 y la porción de extensión 28 están hechas preferentemente de un material aislante, tal como una cerámica o plástico o caucho. Por lo tanto, la porción de extensión 28 cierra de manera segura la distancia entre la porción de conexión/sujeción 80 y el cabezal 22. En el ejemplo en el que la unidad de aplicación 8 está destinada a ser sujeta por un usuario, la unidad de aplicación 8 puede haber conectado a la misma una parte o la totalidad de una interfaz de usuario (analizada más adelante), por consiguiente, una o más de las características controladas por un usuario a través de la interfaz de usuario pueden controlarse en la unidad de aplicación 8.

En la figura 5 se ilustra una segunda realización de una unidad de aplicación 8, que es aplicable, generalmente, a entornos agrícolas. En el presente documento, la unidad de aplicación 8 comprende un bastidor 82, que como se muestra puede estar formado por miembros laterales y transversales. El bastidor como se muestra puede comprender una porción central 84 y una primera y segunda porciones laterales 86. Las porciones laterales 86 pueden estar conectadas de manera pivotante o telescópica a la porción central de modo que puedan moverse entre una posición operativa y una posición plegada para el tránsito. El bastidor 82 puede ser soportado por un vehículo agrícola 88, tal como un tractor o un remolque. Con tal ejemplo, un tamaño adecuado es: 3 m x 1,2 m de ancho y largo respectivamente para la porción central; 1,5 m x 1,2 m de ancho y largo respectivamente para las porciones laterales. El bastidor 82 está formado habitualmente de un material eléctricamente conductor, por ejemplo, un material metálico tal como el acero. De esta manera, el bastidor 82 en sí mismo comprende el electrodo de aplicación 26. El material eléctricamente conductor es preferentemente hueco, por ejemplo, tubo con un diámetro de 12 mm.

Unidad de tierra

La unidad de tierra 74 está configurada para recibir la energía eléctrica procesada 36 desde la unidad de aplicación 8 a través de una planta y la tierra, y está conectada a la fuente de energía eléctrica 4, generalmente a través de la unidad de procesamiento de energía 6 para proporcionar una ruta de retorno para los componentes en la misma y para completar un circuito que tiene una carga que comprende una planta tratada y la tierra. En uso, se prefiere que el electrodo de tierra esté dispuesto cerca de la unidad de aplicación 8 para reducir la pérdida de potencia en la tierra (y por seguridad eléctrica). De manera similar a la unidad de aplicación 8, la unidad de tierra 74 puede haber conectado a la misma una parte o la totalidad de una interfaz de usuario 42. Por consiguiente, una o más de las características controladas por un usuario a través de la interfaz de usuario pueden controlarse en la unidad de tierra 74.

La unidad de tierra 74 comprende un electrodo de tierra 76 de material eléctricamente conductor configurado para continuidad eléctrica con la tierra. El material eléctricamente conductor puede comprender un metal tal como cobre, zinc, bronce, latón, aluminio o acero. Habitualmente, el electrodo de tierra 76 tiene un grosor de 0,5 - 20 mm dependiendo de la aplicación y la forma específica, por ejemplo: una varilla de 10 - 20 mm de diámetro o una placa de 0,5 - 20 mm de grosor para la primera y segunda realizaciones respectivas que se analizan a continuación.

En una primera realización de la unidad de tierra, el electrodo de tierra tiene la forma de un implemento, que está configurado para proporcionar la ruta de retorno cuando se inserta en el suelo, por ejemplo, el electrodo de tierra se forma como una punta o varilla.

En una segunda realización de la unidad de tierra 74, el electrodo de tierra 76 está configurado para proporcionar una ruta de retorno cuando descansa sobre el suelo. En general, el electrodo de tierra comprende una gran área de superficie para ayudar a la transmisión eléctrica. El electrodo de tierra puede comprender una superficie externa sustancialmente plana configurada para descansar establemente contra el suelo, tal como una placa u otra forma adecuada, por ejemplo: una placa circular, que puede tener un diámetro de 10 - 20 cm; una placa cuadrada, que puede tener una longitud lateral de 10 a 20 cm. Un ejemplo de tal unidad de tierra 74 se muestra en la figura 6, en la que un exterior 90 eléctricamente aislante rodea un electrodo de tierra 76 en forma de placa circular, que tiene un material dieléctrico aislante 92 opcional analizado a continuación. Alternativamente, el electrodo de tierra puede comprender (o estar dispuesto alrededor de una periferia exterior de) uno o más miembros giratorios, tales como una rueda o rodillo, que está configurado para girar a lo largo del suelo a medida que se mueve el aparato 2 (tal ejemplo se muestra en la figura 15).

El electrodo de tierra de la primera o segunda realización puede comprender además un material dieléctrico aislante, que es operable para conducir la energía eléctrica procesada 36 por acción capacitiva, tal como una alúmina u otra cerámica, por ejemplo alúmina o porcelana o un plástico tal como Perspex[®]. El material dieléctrico está dispuesto con respecto al material eléctricamente conductor de tal manera que el material eléctricamente conductor recibe la energía eléctrica procesada 36 sustancial o completamente a través del material dieléctrico, por ejemplo una superficie externa completa del material eléctricamente conductor está recubierta con el material dieléctrico o una superficie externa expuesta (que debe insertarse o descansar en el suelo para las realizaciones respectivas) y

opcionalmente un borde adyacente al mismo. Habitualmente, el material dieléctrico del electrodo de tierra es una capa o recubrimiento, que tiene un espesor de 0,5 – 2,5 mm. Ventajosamente, se evita que la energía eléctrica procesada 36 en el material conductor del electrodo de tierra esté en contacto directo con un usuario.

- 5 La segunda realización de la unidad de tierra es particularmente adecuada para su uso con una unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 que produce formas de onda de energía eléctrica procesada 36 con una frecuencia en el rango superior a 18 o 20 o 25 o 40 o 50 kHz. Esto se debe a que la energía eléctrica procesada 36 de esta frecuencia puede transmitirse de manera relativamente eficiente desde el suelo al electrodo de tierra sin la necesidad de inserción en el suelo. A medida que aumenta la frecuencia, la eficiencia del electrodo de tierra en la recepción de la energía eléctrica procesada 36 aumenta de tal manera que puede hacerse más pequeña y/o en realizaciones que comprenden el material dieléctrico cuyo grosor ha aumentado.

15 La segunda unidad de tierra de realización es ventajosa en comparación con la primera unidad de tierra de realización cuando, por ejemplo, trata plantas en una primera ubicación y una segunda ubicación distante: el electrodo de tierra de la primera unidad de tierra de realización requiere extracción del suelo en la primera ubicación e inserción en el suelo en proximidad operativa a la segunda ubicación; comparativamente, el electrodo de tierra de la segunda unidad de tierra de realización puede desplazarse desde la primera ubicación a la segunda ubicación deslizándolo o rodándolo a lo largo del suelo, evitando de este modo los pasos de extracción e inserción. Esta funcionalidad es particularmente útil para aplicaciones en las que se requiere tratar grandes áreas de plantas, por ejemplo, aplicaciones en un entorno agrícola, en el que el aparato 2 puede montarse en un sistema accionado por un vehículo que se mueve continuamente sobre el suelo. Además, cuando se trata cierto terreno, tal como el asfalto o la piedra compacta, puede que no sea posible insertar la primera unidad de tierra de realización en el suelo, y lograr de este modo una continuidad de tierra adecuada. Sin embargo, todavía se puede lograr una continuidad de tierra adecuada con la segunda unidad de tierra de realización ya que la inserción no es esencial.

25 La segunda unidad de tierra de la realización cuando comprende una capa externa de material dieléctrico aislante, en comparación con la primera unidad de tierra de la realización, puede ser menos efectiva para recibir la energía eléctrica procesada 36 ya que dicha acción capacitiva resulta en una ligera caída de voltaje, sin embargo esto puede ser compensado aumentando el voltaje de la energía eléctrica procesada 36.

30 El aparato 2 que controla eléctricamente el crecimiento de las plantas que usa la segunda unidad de tierra de realización puede combinarse con otras unidades de aplicación de configuración, por ejemplo aquellas que transmiten la energía eléctrica procesada a una planta no por contacto directo con la misma, tal como un sistema de transmisión por chispa como se divulga en el documento JP H3-83534, y la publicación relacionada: "Destruction of Weeds by Pulsed High-Voltage Discharges", A. Mizuno, T. Tenma y N. Yamano, Universidad Tecnológica de Toyohashi, 1990.

Unidad de procesamiento de energía eléctrica

40 La unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada para: recibir la energía eléctrica no procesada 34, desde la fuente de energía eléctrica 4; procesar la energía eléctrica no procesada 34 a la energía eléctrica procesada 36; suministrar la energía eléctrica procesada 36 entre la unidad de aplicación 8 y la unidad de tierra 74 para su transmisión a una planta. En general, el procesamiento mencionado anteriormente comprende el procesamiento para lograr la forma deseada de energía eléctrica procesada 36, por ejemplo a través de la conversión de uno o más de: voltaje; corriente; frecuencia; otros aspectos opcionales de la forma de onda.

50 La energía eléctrica procesada 36 puede comprender una forma de onda periódica o aperiódica, es decir, una forma de onda que se repite continuamente con las unidades de repetición que tienen un período constante o variable, por ejemplo una onda pulsada con un ciclo de trabajo fijo o un ciclo de trabajo variable. La forma de la unidad repetitiva puede ser una o una combinación de una o más de las siguientes formas: onda sinusoidal; ola de diente de sierra; onda triangular; onda cuadrada; pulsado, por ejemplo CC pulsátil, media onda rectificadora; otra forma conocida. La forma exacta de la unidad de repetición puede ser una aproximación de una de las formas mencionadas anteriormente por razones de distorsión, por ejemplo sobreimpulso/subimpulso y el tiempo de llamada y asentamiento asociado. La unidad de repetición puede ser positiva o negativa o una combinación de las mismas con respecto a un valor de referencia, que es habitualmente 0 V. La figura 7 muestra un diagrama de bloques de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 según la invención. Se puede considerar que la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 comprende en un segundo nivel del aparato 2: un circuito de control 40 opcional; un convertidor 38, que se describen secuencialmente.

60 El circuito de control 40 habitualmente comprende un procesador y una interfaz de usuario (ejemplos de los cuales se analizan a continuación). El circuito de control 40 es operable para controlar, por medio de una señal de control 52 (que puede ser de cualquier tipo de señal adecuada, por ejemplo, una señal digital, CC o CA), el convertidor 38 que convierte la energía eléctrica no procesada 34 a la forma deseada de energía eléctrica procesada 36. El funcionamiento exacto del circuito de control 40 depende de la configuración de conversión del convertidor 38, por ejemplo: en un ejemplo en el que el convertidor 38 está configurado para convertir solo la frecuencia (es decir, la energía eléctrica no procesada 34 se suministra al voltaje deseado) el circuito de control 40 puede suministrar una

señal de control a un interruptor de horquilla operado eléctricamente del convertidor 38, estando el interruptor dispuesto en serie con la energía eléctrica no procesada 34. Alternativamente, en un ejemplo en el que el convertidor 38 está configurado para convertir solo el voltaje y la corriente (es decir, la energía eléctrica no procesada 34 se suministra a la frecuencia y forma de onda deseadas) el circuito de control 40 puede suministrar una señal de control a un transformador variable del convertidor 38. Alternativamente, el circuito de control 40 puede controlar a través de un convertidor de señal de control 38 que comprende una bomba de carga o un convertidor elevador u otro componente adecuado.

En un ejemplo en el que el convertidor 38 proporciona una operación fija en la energía eléctrica no procesada (por ejemplo, comprende solo un transformador no variable para la conversión de voltaje y corriente) se apreciará que se puede obviar un circuito de control 40. Sin embargo, en general, la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 comprende un circuito de control 40 cuando se requiere el control de dicho convertidor 38.

En un ejemplo preferente, que se ilustra en la figura 8, el circuito de control 40 es operable para generar una señal de control que comprende una señal de forma de onda 52; el convertidor 38 es operable para convertir, usando dicha señal de forma de onda 52, la energía eléctrica no procesada 34 en energía eléctrica procesada 36, que tiene una forma de onda que corresponde a la de la señal de forma de onda 52. En dicho ejemplo preferente, el circuito de control comprende: una unidad de generación de forma de onda 48; un procesador opcional 50; una interfaz de usuario opcional 42, que se describe secuencialmente.

La unidad de generación de forma de onda 48 es operable para generar la señal de forma de onda 52, que puede tener diversas formas que son repetitivas y pueden ser periódicas o aperiódicas, por ejemplo una onda pulsada con un ciclo de trabajo fijo o un ciclo de trabajo variable. La forma de la unidad repetitiva de la forma de onda puede ser un elemento o una combinación de una o más de las siguientes formas: onda sinusoidal; onda de diente de sierra; onda triangular; onda cuadrada; pulsada, por ejemplo CC pulsátil, media onda rectificadas; otra forma conocida. Además, la señal de forma de onda puede ser positiva o negativa o una combinación de las mismas con respecto a un valor de referencia, que es habitualmente 0 V. La unidad de generación de forma de onda 48 puede comprender, por ejemplo: un modulador de ancho de pulso (PWM); un generador de forma de onda arbitraria (AWG); generador de funciones; otro generador de señal adecuado. La unidad de generación de forma de onda 48 puede estar separada o integrada con el procesador 50, es decir, como un periférico del mismo.

El procesador 50 es, generalmente, operable para controlar el convertidor 38 por medio de la señal de control 52. En el ejemplo preferente, que se ilustra en la figura 8, el procesador 50 es operable para controlar la señal de forma de onda 52 a través del control de la unidad de generación de forma de onda 48. En un ejemplo en el que la unidad de generación de forma de onda 48 está configurada para emitir una señal de forma de onda fija 52, se puede obviar el procesador 50. Habitualmente, el procesador 50 controla la forma de onda de la energía eléctrica procesada 36, por ejemplo a través de la forma de la señal de forma de onda 52, sin embargo, el elemento de control puede ser menos sofisticado, por ejemplo encendido/apagado.

El procesador 50 en un ejemplo general es operable para recibir una entrada, por ejemplo, uno o más de los siguientes: comandos desde la interfaz de usuario 42 a través de una señal de interfaz de usuario 44; la señal de control y retroalimentación de la fuente de energía eléctrica 78 desde la fuente de energía eléctrica 4; una señal de retroalimentación del convertidor 70 desde el convertidor 38; energía eléctrica no procesada 34. La entrada se procesa según el código de programa (y/o lógica programada) almacenada en una unidad de memoria del procesador 50 para determinar una salida. La salida puede controlarse mediante la señal de control 52, por ejemplo control de bucle abierto o cerrado, de uno o más de los siguientes aspectos de la energía eléctrica procesada 36: forma; ciclo de trabajo, que normalmente está en el rango de 0,05 – 0,45 (por ejemplo, para una forma de onda pulsada); encendido/apagado; amplitud (por ejemplo, para mantener el voltaje máximo a una magnitud particular para una carga variable); frecuencia; período; corriente; potencia; forma; otro aspecto. En el ejemplo preferente, que se ilustra en la figura 8, dicho control de la energía eléctrica procesada 36 es habitualmente a través del control de la señal de forma de onda 52 correspondiente, por ejemplo a través de una señal de control 54 a la unidad de generación de forma de onda 48 y otras unidades asociadas cuando estén presentes (como un excitador como se analiza en los ejemplos específicos más adelante). La salida puede ser además el control de la energía eléctrica no procesada 34 de la fuente de energía eléctrica 4 por control de circuito abierto o por control de circuito cerrado por medio de la señal de control y retroalimentación de la fuente de energía eléctrica 78.

El procesador 50 comprende, generalmente, componentes del sistema de memoria, entrada y salida, que están dispuestos como un circuito integrado, habitualmente como un microprocesador o un microcontrolador. El procesador 50 puede comprender otros circuitos integrados adecuados, tales como: un ASIC; un dispositivo lógico programable tal como un FPGA; un circuito analógico integrado, tal como un controlador. Para tales dispositivos, cuando sea apropiado, el código de programa mencionado anteriormente puede considerarse lógica programada o comprender además lógica programada. El procesador 50 también puede comprender una pluralidad de los circuitos integrados mencionados anteriormente. Un ejemplo son varios circuitos integrados dispuestos en comunicación entre sí de manera modular, por ejemplo: un circuito integrado esclavo para controlar la interfaz de usuario 42 en comunicación con un circuito integrado maestro para controlar la unidad de generación de forma de onda 48.

El procesador 50 comprende, generalmente, una unidad de memoria para almacenar el código del programa y opcionalmente los datos. La unidad de memoria comprende habitualmente: una memoria no volátil, por ejemplo, EPROM, EEPROM o Flash para código de programa y almacenamiento de parámetros operativos; memoria volátil (RAM) para almacenamiento de datos. La unidad de memoria puede comprender una unidad de memoria separada y/o integrada (por ejemplo, en una matriz del procesador). El procesador 50 puede idealizarse como si comprendiera una unidad de control y una unidad de lógica aritmética o una pluralidad de las mismas, es decir, múltiples procesadores.

La interfaz de usuario 42 comprende *hardware* para permitir que un usuario interactúe con el procesador 50, por medio de una señal de interfaz de usuario 44. Un usuario puede controlar una o más de las salidas del procesador 50 a través de la interfaz de usuario, por ejemplo dichos aspectos de la energía eléctrica procesada 36 incluyen configuraciones opcionales de alta potencia media y baja (por ejemplo, la baja potencia puede ser el 50 % de la alta potencia y la potencia media puede ser el 75 % de la alta potencia); opcionalmente una configuración de reinicio de potencia. Además, en realizaciones que comprenden una pluralidad de unidades de aplicación 8 y/o electrodos de aplicación 26, los aspectos mencionados anteriormente de la energía eléctrica procesada 36 pueden controlarse a través de la interfaz de usuario 42 para las unidades de aplicación 8 y/o electrodos de aplicación individualmente o en grupos. Un usuario puede controlar además uno o más de los siguientes aspectos de la fuente de energía eléctrica 4, energía eléctrica no procesada 34 a través de la interfaz de usuario 42: encendido/apagado; voltaje; corriente; otros aspectos que dependerán de la realización particular de la fuente de energía eléctrica 4.

El *hardware* de la interfaz de usuario 42 puede comprender cualquier dispositivo adecuado, por ejemplo uno o más de los siguientes: botones, tal como un botón de palanca de mando; unos LED; PMA gráficos o de caracteres; pantalla gráfica con detección táctil o botones de borde de la pantalla; interruptor encendido/apagado. La interfaz de usuario 42 se puede formar como una unidad o una pluralidad de unidades discretas, y se puede disponer remotamente de los otros componentes de tercer nivel del circuito de control 40, por ejemplo en el aparato 2 adaptado para uso en un entorno agrícola, puede estar dispuesto en la cabina de un vehículo agrícola.

La señal de interfaz de usuario 44 se transmite entre la interfaz de usuario 42 y el procesador 50 por medio de medios cableados o medios inalámbricos o una combinación de los mismos, por ejemplo: una conexión por cable, tal como RS-232, USB, I²C, Ethernet definida por IEEE 802.3; una conexión inalámbrica, tal como LAN inalámbrica (por ejemplo, IEEE 802.11) o comunicación de campo cercano (NFC) o un sistema celular como GPRS o GSM. Para medios más sofisticados, el procesador 50 y la interfaz de usuario 42 pueden conectarse operativamente (o comprender como periférico) las interfaces de comunicación relevantes. El procesador 50 puede estar conectado operativamente a (o comprender como un periférico) un servidor web o un enrutador de red y la interfaz de usuario 42 puede comprender un programa tal como un navegador web ejecutado por un dispositivo de comunicación tal como: PDA; tableta; ordenador portátil; teléfono inteligente; ordenador personal; u otro dispositivo adecuado.

Los componentes que comprenden el circuito de control 40 son alimentados habitualmente por la energía eléctrica no procesada 34 de la fuente de energía eléctrica 4 después de la conversión a un voltaje adecuado, por ejemplo 10 V CC. Alternativamente, pueden ser alimentados por una fuente de energía eléctrica separada.

El convertidor 38 se analizará ahora y, como se ilustra en la figura 7, está configurado para: recibir, generalmente, la señal de control 52 desde el circuito de control 40; recibir la energía eléctrica no procesada 34 de la fuente de energía eléctrica 4; convertir, generalmente usando la señal de control 52, la energía eléctrica no procesada 34 a la forma deseada, por ejemplo a través de la conversión de uno o más de: voltaje; corriente; frecuencia; otros aspectos opcionales de la forma de onda; transmitir dicha energía eléctrica procesada 36 al circuito de energía eléctrica procesada 20.

El convertidor 38 puede tener diversas configuraciones dependiendo de su modo de operación, por ejemplo: en un ejemplo en el que el convertidor 38 convierte la frecuencia (es decir, la energía eléctrica no procesada 34 está al voltaje deseado) el convertidor 38 comprende una unidad de conversión en forma de interruptor de horquilla operado eléctricamente, el interruptor dispuesto en serie con la energía eléctrica no procesada 34. Alternativamente, en un ejemplo en el que el convertidor 38 convierte el voltaje y la corriente (es decir, la energía eléctrica no procesada 34 está en la frecuencia deseada) el convertidor 38 comprende una unidad de conversión en forma de transformador variable o no variable. En otros ejemplos, la unidad de conversión puede comprender una bomba de carga o un convertidor elevador u otro componente eléctrico adecuado.

En el ejemplo preferente, que se ilustra en forma de bloque en la figura 8 y esquemáticamente en la figura 9, el convertidor 38 comprende: una unidad de conmutación 56; una unidad de convertidor 58, y es operable para convertir voltaje, corriente y frecuencia, y otros aspectos opcionales para derivar la forma de onda deseada de la energía eléctrica procesada 36. La unidad de conmutación 56 y la unidad de convertidor 58 se describirán secuencialmente.

La unidad de conmutación 56 está configurada para recibir la señal de control 52 y, al utilizar la señal de control 52, conmutar la energía eléctrica no procesada 34 a una frecuencia deseada a través de la unidad de conversión 58. Por consiguiente, la unidad de conmutación 56 comprende, generalmente, un interruptor accionado eléctricamente,

- un ejemplo del cual es uno o más (por ejemplo, un par Darlington u otra disposición) transistor. El transistor está, generalmente, dispuesto con: una base conectada a la señal de control 52; un emisor conectado a tierra; un colector conectado a la energía eléctrica no procesada 34 a través de la unidad de conversión 58, aunque son posibles otras diversas disposiciones. Se pueden usar otras formas de interruptor accionado eléctricamente, tal como un MOSFET, IGBT o triac.
- La unidad de conversión 58 es operable para recibir la energía eléctrica no procesada conmutada 34 y para transformar su voltaje a una magnitud deseada para determinar la energía eléctrica procesada 36. Por consiguiente, la unidad de conversión 58 comprende generalmente: un transformador elevador 64 que tiene un devanado primario dispuesto en serie con la energía eléctrica no procesada conmutada 34; un devanado secundario dispuesto en serie con la unidad de aplicación 8 y la unidad de tierra 74, definiendo así un circuito que comprende una planta tratada.
- El convertidor 38 puede comprender además uno o más sensores 68 para supervisar y/o controlar aspectos de la energía eléctrica procesada 36, por ejemplo, el voltaje y/o la corriente. Los sensores 68 proporcionan una señal de retroalimentación del convertidor 70 (que puede ser cualquier tipo de señal adecuada, por ejemplo, una señal digital, de CC o de CA), al procesador 50, habitualmente para control de circuito cerrado. Como alternativa para usar en el control de bucle cerrado (o además), la señal de retroalimentación del convertidor 70 puede almacenarse en la unidad de memoria para que posteriormente pueda analizarse.
- La unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada habitualmente para generar energía eléctrica procesada 36 que tiene una forma de onda con un voltaje máximo en el rango de 1 kV a 30 kV: puede configurarse específicamente o ser controlable por el usuario para generar una forma de onda con cualquier voltaje máximo entre ellas. En general, el voltaje es de aproximadamente 4 - 8 kV.
- La unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada habitualmente para generar energía eléctrica procesada 36 que tiene una forma de onda que se repite continuamente con una frecuencia de 18 kHz a 5 MHz: puede configurarse específicamente o ser controlable por el usuario para generar una forma de onda que se repite con cualquier frecuencia entre ellas. En general, la frecuencia es de aproximadamente 20 - 75 kHz.
- A medida que la corriente eléctrica fluye a través de una planta, la planta puede destruirla debido al calor generado por la resistencia de la planta al flujo de electrones. Más detalladamente, a medida que la corriente fluye daña la estructura celular de la planta y se libera el agua. El aumento del agua tiene el efecto de reducir la resistencia: esto permite que fluya más corriente para que se produzca más daño, lo que reduce aún más la resistencia, por lo que fluye más corriente y así sucesivamente. Por lo tanto, la corriente generalmente aumenta con el tiempo. La corriente inicial requerida para destruir una planta en particular variará considerablemente dependiendo del tipo de planta, su contenido de humedad y la humedad del aire, el suelo, etc. La unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada habitualmente para generar energía eléctrica procesada 36 que tiene corriente inicial de al menos 10 mA, aunque normalmente se usa una corriente inicial más alta.
- La unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada habitualmente para generar energía eléctrica procesada 36 que tiene una potencia inicial de al menos 5 W. La potencia inicial puede variar dependiendo de la realización de la fuente de energía eléctrica 4 que la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada para operar, por ejemplo: para la primera o segunda realización, la potencia inicial puede ser de 3 - 6 kW para 3 - 5 kV; para la tercera realización, la potencia inicial puede ser 500 - 2000 W para 2,5 - 4 kV; para la cuarta realización, la potencia inicial puede ser de 2 - 3 kW para 2,5 a 4 kV. Generalmente para el aparato 2 destinado al uso agrícola/comercial, la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 y la fuente de energía eléctrica 4 producen energía eléctrica procesada 36 con una potencia inicial de 10 - 60 kW a 5 - 20 kV. Generalmente para el aparato 2 destinado al uso privado no comercial, la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 y la fuente de energía eléctrica 4 producen una potencia inicial de 100 - 3000 W a 2 - 5 kV.
- La unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está configurada habitualmente para generar energía eléctrica procesada 36 que puede destruir una planta con un tiempo de tratamiento de al menos 10 milisegundos. Se apreciará que un tiempo de tratamiento pequeño, tal como 10 milisegundos, se aplicará a las plantas pequeñas, mientras que las plantas grandes tardarán más, como de 5 - 6 segundos.
- La energía eléctrica procesada 36 puede ser controlada por el procesador 50 de varias maneras, tales como el control sobre (o a través) de la carga (que comprende una planta tratada y la tierra) del: voltaje; corriente; potencia, cuyos ejemplos se discutirán ahora.
- Los siguientes ejemplos de control de energía eléctrica procesada 36 pueden aplicarse al aparato 2 que genera energía eléctrica procesada de frecuencia más baja 36, tal como energía eléctrica procesada 36 con cualquier voltaje y frecuencia adecuados para destruir una planta, por ejemplo 50 - 60 Hz (como se divulga en el documento US 4338743) hasta el rango preferente anterior (se apreciará que la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 anterior podría configurarse para producir esta energía eléctrica procesada, por ejemplo, mediante la generación de la señal de control apropiada 52). Además, el control puede aplicarse al aparato 2 con otras unidades de aplicación de configuración, por ejemplo aquellas que transmiten la energía eléctrica procesada a una planta sin contacto

directo con la misma, tal como un sistema de transmisión por chispa como se divulga en el documento JP H3-83534, y la publicación relacionada: "Destruction of Weeds by Pulsed High-Voltage Discharges", A. Mizuno, T. Tenma y N. Yamano, Universidad Tecnológica de Toyohashi, 1990.

5 **Ejemplo 1: Control de voltaje en general para mantener un voltaje constante sobre la carga**

10 A medida que la carga (es decir, la corriente consumida) entre la unidad de aplicación 8 y la unidad de tierra 74 disminuye, el voltaje sobre la carga generalmente aumenta. De manera similar, a medida que la carga entre el electrodo de aplicación 26 de la unidad de aplicación 8 y la unidad de tierra 74 aumenta, el voltaje sobre la carga generalmente disminuye. Por consiguiente, el voltaje de la energía eléctrica procesada 36 puede mantenerse a un valor o rango particular (es decir, un rango definido por un primer y/o segundo valor predeterminado) mediante control de bucle abierto o control de bucle cerrado (por ejemplo, supervisando el voltaje de la energía eléctrica procesada 36 usando la señal de retroalimentación del convertidor 70). El voltaje de la energía eléctrica procesada 36 puede aumentarse en respuesta a un voltaje decreciente aumentando su ciclo de trabajo (o amplitud) o disminuirse en respuesta a un voltaje creciente disminuyendo su ciclo de trabajo (o amplitud). De esta manera, el voltaje se mantiene lo más alto posible para optimizar la duración (por ejemplo, la velocidad) del proceso.

20 Como ejemplo de este proceso: el voltaje puede mantenerse a 2 kV o 5 kV o 10 kV, incluyendo $\pm 5\%$ o 10% del mismo.

20 **Ejemplo 2: Control de corriente generalmente para mantener una corriente constante a través de la carga**

25 Durante el tratamiento de una planta, la corriente a través de la planta aumenta generalmente debido a que la resistencia de la planta disminuye a medida que se produce daño a la estructura celular. Por consiguiente, la corriente de la energía eléctrica procesada 36 se puede mantener a un valor o rango particular (es decir, un rango definido por un primer y/o segundo valor predeterminado) mediante control de bucle abierto o control de bucle cerrado (por ejemplo, supervisando la corriente de la energía eléctrica procesada 36 usando la señal de retroalimentación del convertidor 70). La corriente de la energía eléctrica procesada 36 puede aumentarse en respuesta a una corriente decreciente aumentando su ciclo de trabajo (o amplitud) o disminuirse en respuesta a una corriente creciente disminuyendo su ciclo de trabajo (o amplitud).

El control de corriente mencionado anteriormente solo puede aplicarse a una corriente que aumenta gradualmente una vez que alcanza uno de dichos valores predeterminados.

35 De esta forma se puede evitar la sobrecarga del convertidor. Además, el voltaje se mantiene lo más alto posible mientras la corriente aumenta para optimizar la duración (por ejemplo, la velocidad) del proceso.

40 Como ejemplo de este proceso: para una unidad de 500 W configurada para generar energía eléctrica procesada 36 a 5 kV, una vez que la energía eléctrica procesada 36 alcanza una corriente de 0,1 A, el voltaje de la energía eléctrica procesada 36 se reduce, para mantener la corriente de 0,1 A o $0,1\text{ A} \pm 5\%$.

Ejemplo 3: Control de potencia para mantener generalmente una potencia constante a través de la carga

45 Durante el tratamiento de una planta, la corriente a través de la planta aumenta generalmente debido a que la resistencia de la planta disminuye a medida que se produce daño a la estructura celular. Por consiguiente, la potencia de la energía eléctrica procesada 36 puede mantenerse a un valor o rango particular (es decir, un rango definido por un primer y/o segundo valor predeterminado) mediante control de circuito abierto o control de circuito cerrado (por ejemplo, supervisando la corriente y el voltaje de la energía eléctrica procesada 36 usando la señal de retroalimentación del convertidor 70). El voltaje de la energía eléctrica procesada 36 puede aumentarse en respuesta a una corriente decreciente aumentando su ciclo de trabajo (o amplitud) o disminuirse en respuesta a una corriente creciente disminuyendo su ciclo de trabajo (o amplitud).

55 El control de potencia mencionado anteriormente solo puede aplicarse a una potencia que aumenta gradualmente una vez que alcanza uno de dichos valores predeterminados.

De esta forma se puede evitar la sobrecarga del convertidor. Además, el voltaje se mantiene lo más alto posible mientras la corriente aumenta para optimizar la velocidad del proceso.

60 Como ejemplo de este proceso: una vez que la energía eléctrica procesada 36 alcanza una corriente de 0,1 A, el voltaje de la energía eléctrica procesada 36 se reduce para mantener la potencia en una primera cantidad predeterminada de 500 W o $500\text{ W} \pm 5\%$; a medida que la corriente continúa aumentando, el voltaje se reduce para mantener 500 W o $500\text{ W} \pm 5\%$, por ejemplo a medida que la corriente aumenta a 0,2 A, el voltaje se reduce a 2,5 kV, y a 0,5 A el voltaje se reduce a 1 kV.

65 Circuitos de ejemplo específicos para la unidad de procesamiento de energía eléctrica

Se apreciará que los circuitos mencionados anteriormente de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 pueden comprender diversos componentes eléctricos, algunos ejemplos específicos de los cuales se proporcionan a continuación.

5 Realización 1: Convertidor directo modulado por ancho de pulso

10 Una primera realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 se muestra en la figura 10, en la que el circuito de control 40 comprende un procesador 50 que es un microprocesador y una unidad de generación de forma de onda 48 que es un modulador de ancho de pulso (PWM). El microprocesador controla el PWM por medio de la señal de control 54 que es decodificada por el PWM y convertida en una onda cuadrada. El ciclo de trabajo y la frecuencia de la onda cuadrada son controlados por el microprocesador a través de la señal de control 54. La señal de control 54 puede ser cualquier tipo de señal adecuada, por ejemplo una señal digital, CC o CA. El PWM emite la señal de control 52 al convertidor 38.

15 El convertidor 38 comprende una unidad de conmutación 56 que es un MOSFET, que está dispuesta con: la puerta conectada a la señal de control 52 desde el PWM; la fuente a tierra; el drenaje conectado a la energía eléctrica no procesada 34. El convertidor 38 comprende además una unidad de convertidor 58, que tiene un transformador 64 con un devanado primario y secundario dispuesto como se describe en el ejemplo general anterior y un devanado de reinicio para liberar un núcleo del transformador de energía almacenada durante el ciclo de apagado para evitar/reducir la saturación. El convertidor 38 tiene sensores 68 que consisten en un sensor de corriente en serie con la carga y un divisor dispuesto sobre la carga para la medición de voltaje. Por consiguiente, una señal de retroalimentación del convertidor 70 de los sensores 68 proporciona información de voltaje y corriente al procesador 50.

25 La señal de control 52 conmuta el MOSFET 56 para efectuar la conmutación de la energía eléctrica no procesada 34 a través del devanado primario del transformador 64, que se transforma en el devanado secundario a la energía eléctrica procesada 36.

30 La primera realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 es generalmente adecuada para operar a menos de 300 vatios.

Realización 2: Amplificador lineal

35 Una segunda realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 se muestra en la figura 11, en la que el circuito de control 40 comprende: un procesador 50 que es un microprocesador; una unidad de generación de forma de onda 48; un amplificador operacional y un excitador asociado. El microprocesador 50 controla el excitador por medio de la señal de control 54. La unidad de generación de forma de onda 48 emite una señal de control al excitador, que puede ser, por ejemplo, una onda sinusoidal (u otra de las ondas mencionadas anteriormente). Los aspectos de la señal de control (por ejemplo, la forma y la frecuencia) que sale de la unidad de generación de forma de onda 48 pueden ser fijos o controlables por el microprocesador 50. El excitador transfiere la señal de control a la entrada no inversora del amplificador operacional donde se amplifica al nivel requerido, como se analizará.

45 El convertidor 38 comprende una unidad de conmutación 56 que es un transistor NPN y un transistor PNP, que están dispuestos con: las bases conectadas en paralelo a la señal de control 52 desde el amplificador operacional; los emisores conectados entre sí y al devanado primario del transformador; el colector del transistor NPN conectado a la fuente de alimentación positiva del amplificador operacional; el colector del transistor PNP conectado a la fuente de alimentación negativa del amplificador operacional. El convertidor 38 comprende además una unidad de convertidor 58, que tiene un transformador 64 con un devanado primario y secundario dispuestos como se describe en el ejemplo general anterior. El convertidor 38 tiene sensores 68 que consisten en un sensor de corriente en serie con la carga y un divisor dispuesto sobre la carga para la medición de voltaje. El sensor de corriente 68 está conectado al microprocesador 50 de modo que la señal de retroalimentación del convertidor 70 proporciona información de corriente y voltaje al mismo. El sensor de voltaje 68 está conectado a la entrada inversora del amplificador operacional de manera que la señal de retroalimentación del convertidor 70 proporciona información de voltaje al mismo.

55 La señal de control 52 conmuta los transistores NPN y PNP cuando son positivos o negativos respectivamente para efectuar la conmutación de la energía eléctrica no procesada 34 a través del devanado primario del transformador 64 según la señal de control 52. Como se muestra en la figura 12, la energía eléctrica procesada 36 en el devanado secundario del transformador 64 es sustancialmente una amplificación de la señal de control 52. Más particularmente, la figura 12a muestra la amplificación de una señal de control cuadrada 52 y la figura 12b muestra la amplificación de una señal de control sinusoidal 52. La retroalimentación de voltaje de la señal de retroalimentación del convertidor 70 a la entrada inversora del amplificador operacional permite que el amplificador operacional mantenga un voltaje constante a medida que varía la carga (por ejemplo, la resistencia de una planta tratada). El microprocesador puede comprender un código de programa para efectuar el control del excitador para mantener o disminuir la ganancia del amplificador operacional según la retroalimentación corriente de la señal de retroalimentación del convertidor 70 al microprocesador.

La segunda realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 es generalmente adecuada para funcionar a menos de 1500 vatios.

5 Realización 3: Sistema de impulsión-extracción

Una tercera realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 se muestra en la figura 13, en la que el circuito de control 40 comprende un procesador 50 que es un microprocesador y una unidad de generación de forma de onda 48 que es un controlador con un generador de forma de onda integrado. El microprocesador 50 controla el controlador por medio de la señal de control 54 que es decodificada por el controlador para controlar la señal de control 52. El controlador está configurado para generar una señal de control 52 que comprende un primer y segundo canal que se suministra al primer y segundo transistores respectivos del convertidor 38. La primera y segunda formas de onda del canal son ondas cuadradas, cuyo ciclo de trabajo y frecuencia son controlados por el microprocesador a través de la señal de control 54. La señal de control 54 puede ser cualquier tipo de señal adecuada, por ejemplo una señal digital, CC o CA.

El convertidor 38 comprende una unidad de conmutación 56 que comprende un primer y segundo transistor NPN, que están dispuestos con: la base del primer transistor conectada a la primera señal de control del canal 52 desde el controlador; la base del segundo transistor conectada a la segunda señal de control del canal 52 desde el controlador; los emisores a tierra; el colector del primer transistor conectado a los primeros devanados primarios del transformador 64; el colector del segundo transistor conectado a los segundos devanados primarios del transformador 64.

El convertidor comprende además una unidad de convertidor 58, que comprende el transformador 64 con un devanado secundario dispuesto como se describe en el ejemplo general anterior. La energía eléctrica no procesada 34 está conectada a ambos devanados primarios del transformador. Los devanados primarios están dispuestos de tal manera que su energización haga que el flujo fluya en el núcleo en primera y segunda direcciones opuestas respectivas. Por consiguiente, los transistores se conmutan secuencialmente por la primera y segunda señales de control del canal para efectuar la transformación de la energía eléctrica procesada 36 que corresponde a la suma de la primera señal de control del canal con la segunda señal de control del canal fuera de fase.

El convertidor 38 tiene sensores 68 que consisten en un sensor de corriente dispuesto en serie con la carga y un divisor dispuesto sobre la carga para medir el voltaje. Por consiguiente, una señal de retroalimentación del convertidor 70 de los sensores 68 proporciona información de voltaje y corriente al procesador 50.

La tercera realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 es generalmente adecuada para funcionar a menos de 1000 vatios.

40 Realización 4: Convertidor de puente completo

Una cuarta realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 se muestra en la figura 14, en la que el circuito de control 40 comprende un procesador y un generador de forma de onda integrados como un controlador. El controlador está configurado para generar una señal de control que comprende un primer, segundo, tercer y cuarto canal que se suministra al primer, segundo, tercer y cuarto transistores respectivos del convertidor. La primera, segunda, tercera y cuarta formas de onda del canal son todas ondas cuadradas, cuyo ciclo de trabajo y frecuencia son controlados por el controlador.

El convertidor comprende una unidad de conmutación 56 que comprende el primer T1, el segundo T2, el tercer T3 y el cuarto T4 transistores NPN. Los transistores están dispuestos en pares en serie: T1 y T2; T3 y T4. El convertidor comprende además una unidad de convertidor 58, que comprende un transformador 64 con un devanado secundario dispuesto como se describe en el ejemplo general anterior. El devanado primario del transformador está conectado a través de las uniones de los pares en serie. El controlador suministra la señal de control que conmuta secuencialmente pares de transistores opuestos: T1 y T3; T2 y T4. Por lo tanto, la corriente se desplaza a través de dichos pares opuestos para efectuar una corriente alterna a través del devanado primario. Por consiguiente, la energía eléctrica procesada 36 transformada corresponde a la suma de la primera (y tercera) señal de control de canal con la segunda (y cuarta) señal de control de canal fuera de fase.

El convertidor 38 tiene sensores 68 que consisten en un sensor de corriente dispuesto en serie con la carga y un divisor dispuesto sobre la carga para medir el voltaje. Por consiguiente, una señal de retroalimentación del convertidor 70 de los sensores 68 proporciona información de voltaje y corriente al controlador.

La cuarta realización de la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 es generalmente adecuada para funcionar a más de 1000 vatios.

65 Ejemplo general de aparatos para la agricultura

La figura 15 muestra un ejemplo general del aparato 2 cuando está adaptado para la agricultura, en el que: la fuente de energía eléctrica 4 comprende un vehículo según la segunda realización; la unidad de procesamiento de energía eléctrica 6 está dispuesta en un vehículo remolcado; una pluralidad de unidades de aplicación 8 se extienden desde el vehículo; la unidad de tierra 74 comprende un miembro giratorio según la segunda realización.

5 Resultados experimentales

Se obtuvieron resultados experimentales mediante la aplicación de energía eléctrica según la invención y la técnica anterior a muestras pequeñas de 5 - 10 caléndula francesa, cada muestra se cultivó en las mismas condiciones durante 8 semanas. En particular: el voltaje (punto máximo) varió de 3 kV a 6 kV en incrementos de 1 kV; la frecuencia variaba generalmente de 5 kHz a 50 kHz en incrementos de 5 kHz; la energía eléctrica se aplicó durante 1 segundo. La respuesta posterior de la planta se observó durante un período de 4 días.

15 Haciendo referencia a la figura 16, se puede ver que, aunque existe una gran cantidad de variación en los resultados experimentales (que se mejoraría con un mayor tamaño de muestra), la eficacia de destrucción (en %) se mantiene por encima de alrededor de 18 - 25 kHz. Se espera que si se aumentara el tamaño/rango de muestra de las plantas analizadas, la ventaja potencial de la alta frecuencia sería más pronunciada. Alrededor de 3 kV, que puede considerarse un voltaje de umbral, no hay suficiente energía eléctrica para destruir la muestra de manera confiable en todas las frecuencias. Por lo tanto, un método de tratamiento de una planta puede comprender establecer un voltaje umbral. El método también puede comprender determinar un tiempo de tratamiento. El voltaje y el tiempo umbral pueden determinarse a partir de datos experimentales, es decir, una base de datos, y/o predecirse.

Lista de referencias

- 25 **2 Aparato que controla el crecimiento de las plantas.**
- 4 **4 Fuente de energía eléctrica**
- 34 Energía eléctrica no procesada
- Realización 1
- 30 10 Motor de combustión interna
- 12 Generador electromagnético
- 14 Controles
- Realización 2
- 35 16 Vehículo
- 18 Generador electromagnético
- 6 Unidad de procesamiento de energía eléctrica**
- 36 Energía eléctrica procesada
- 38 Convertidor
- 40 56 Unidad de conmutación
- 58 Unidad de conversión
- 64 Transformador
- 68 Sensor
- 70 Señal de retroalimentación del convertidor
- 45 40 Circuito de control
- 48 Unidad de generación de forma de onda
- 52 Señal de control
- 50 Procesador
- 78 Fuente de energía eléctrica de retroalimentación y señal de control
- 54 Señal de control
- 42 Interfaz de usuario
- 44 Señal de interfaz de usuario
- 20 Circuito de energía eléctrica procesada**
- 55 74 Unidad de tierra
- 76 Electrodo de tierra
- 90 Exterior eléctricamente aislante
- 92 Material dieléctrico aislante
- 8 Unidad de aplicación
- Realización 1
- 60 22 Cabeza
- 26 Electrodo de aplicación
- 24 Cuerpo
- 80 Parte de montaje/sujeción
- 65 28 Porción de extensión
- Realización 2

82 Bastidor (electrodo de aplicación 26)
84 Porción central
86 Porción lateral
88 Vehículo

5

REIVINDICACIONES

1. Aparato (2) para destruir eléctricamente una planta o al menos atenuar el crecimiento de la planta, comprendiendo el aparato: una unidad de procesamiento de energía eléctrica (6), comprendiendo la unidad de procesamiento de energía eléctrica:
- 5 un convertidor (38) configurado para recibir energía eléctrica no procesada (34) desde una fuente de energía eléctrica, (4) para convertir la energía eléctrica no procesada en energía eléctrica procesada (36) y transmitir dicha energía eléctrica procesada entre un electrodo de aplicación (26) de una unidad de aplicación (8) y un electrodo de tierra (76) de una unidad de tierra (74);
- 10 al menos una unidad de aplicación (8) para aplicar la energía eléctrica procesada a una planta, comprendiendo la unidad de aplicación un electrodo de aplicación (26), comprendiendo el electrodo de aplicación un material eléctricamente conductor, que está conectado al convertidor (38) de la unidad de procesamiento de energía eléctrica para recibir de allí la energía eléctrica procesada, y;
- 15 una unidad de tierra (74), comprendiendo la unidad de tierra un electrodo de tierra (76) de material eléctricamente conductor, que está conectado al convertidor para recibir la energía eléctrica procesada transmitida desde la unidad de aplicación a través de una carga que comprende una planta,
- 20 **caracterizado por que** el electrodo de aplicación está configurado para la transmisión directa de la energía eléctrica procesada a una planta, en donde la energía eléctrica procesada comprende una forma de onda con una frecuencia de al menos 18 kHz con un voltaje máximo de al menos 1 kV y con una corriente eléctrica de al menos 10 mA rms.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que la unidad de procesamiento de energía eléctrica (6) está configurada para producir energía eléctrica procesada que comprende una potencia de al menos 5 W.
- 25 3. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que la unidad de procesamiento de energía eléctrica (6) está configurada para producir energía eléctrica procesada que es operable para destruir una planta o al menos atenuar parcialmente el crecimiento de la planta con un tiempo de tratamiento de al menos 10 milisegundos
- 30 4. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de procesamiento de energía eléctrica (6) comprende además un circuito de control (40) operable para controlar el convertidor (38) para convertir la energía eléctrica no procesada en la energía eléctrica procesada, en donde el circuito de control está configurado para controlar un aspecto de la energía eléctrica procesada que comprende uno o una combinación de: voltaje; corriente; potencia, estando dicho aspecto controlado para:
- 35 mantenerse sustancialmente a un valor predeterminado; o
 estar por debajo o por encima de un valor predeterminado; o
 estar dentro de un rango particular, que está determinado por un primer valor predeterminado y un segundo valor predeterminado diferente.
- 40 5. El aparato según la reivindicación 4, en el que el circuito de control (40) está configurado para controlar dicho aspecto de la energía eléctrica procesada controlando una amplitud y/o un ciclo de trabajo o un período de la energía eléctrica procesada.
- 45 6. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad de procesamiento de energía eléctrica comprende un circuito de control (40) operable para controlar el convertidor (38) para convertir la energía eléctrica no procesada en la energía eléctrica procesada, en donde el convertidor comprende al menos un sensor (68), estando el circuito de control conectado operativamente al sensor para recibir del mismo una señal de retroalimentación del convertidor, comprendiendo la señal de retroalimentación del convertidor información para supervisar un aspecto de la energía eléctrica procesada, en donde el circuito de control está configurado para proporcionar un control de circuito cerrado de dicho aspecto de la energía eléctrica procesada usando dicha señal de retroalimentación del convertidor.
- 50 7. El aparato según la reivindicación 1, en el que el electrodo de tierra (76) comprende una superficie sustancialmente plana configurada para recibir la energía eléctrica procesada cuando descansa sobre una superficie del suelo.
- 55 8. Un método de uso del aparato (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para destruir eléctricamente una planta o al menos atenuar el crecimiento de la planta, que comprende: suministrar directamente a una planta energía eléctrica procesada, en donde la energía eléctrica procesada comprende una forma de onda con frecuencia de al menos 18 kHz y con un voltaje máximo de al menos 1 kV y con una corriente eléctrica de al menos 10 mA rms.
- 60 9. El método según la reivindicación 8 que comprende usar el aparato según la reivindicación 7 para destruir eléctricamente o al menos atenuar el crecimiento de una primera planta situada en una primera ubicación y una segunda planta situada en una segunda ubicación: moviendo el electrodo de tierra (76) de la unidad de tierra (74) a lo largo del suelo mientras se mantiene la continuidad eléctrica entre la unidad de tierra y el suelo.
- 65

10. Uso del aparato (2) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 para destruir o al menos atenuar el crecimiento de las plantas.

5 11. Un programa informático para un procesador de un circuito de control (40) de una unidad de procesamiento de energía eléctrica (6), comprendiendo el programa informático un código de programa para implementar el método según la reivindicación 8.

10 12. Un medio legible por ordenador que comprende el programa informático según la reivindicación 11.

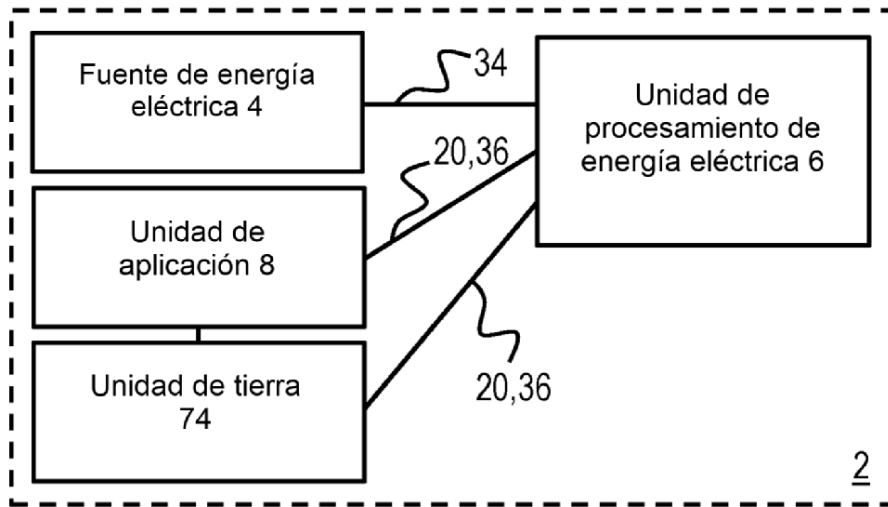


Figura 1

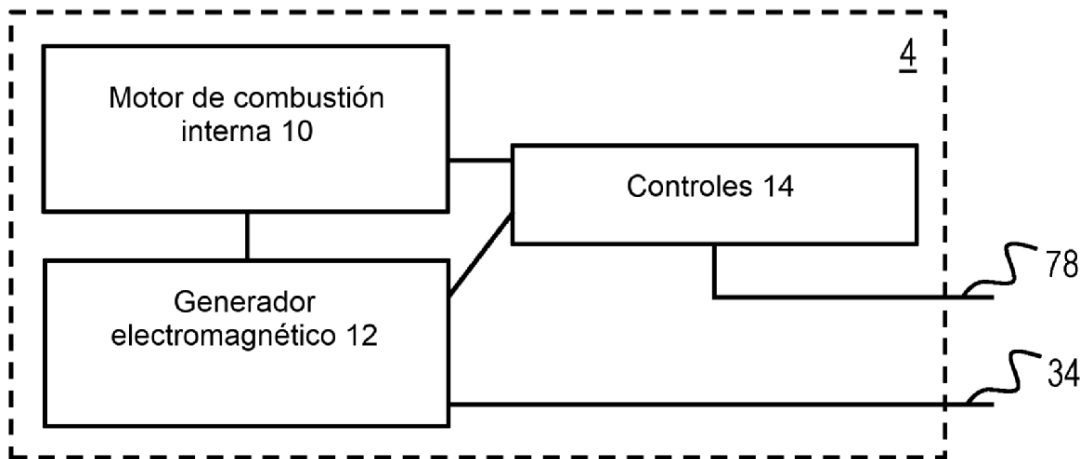


Figura 2

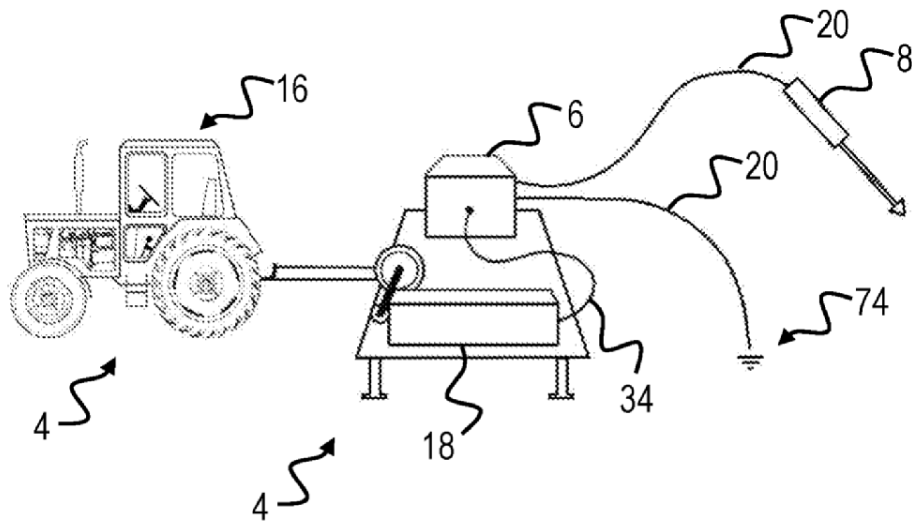


Figura 3

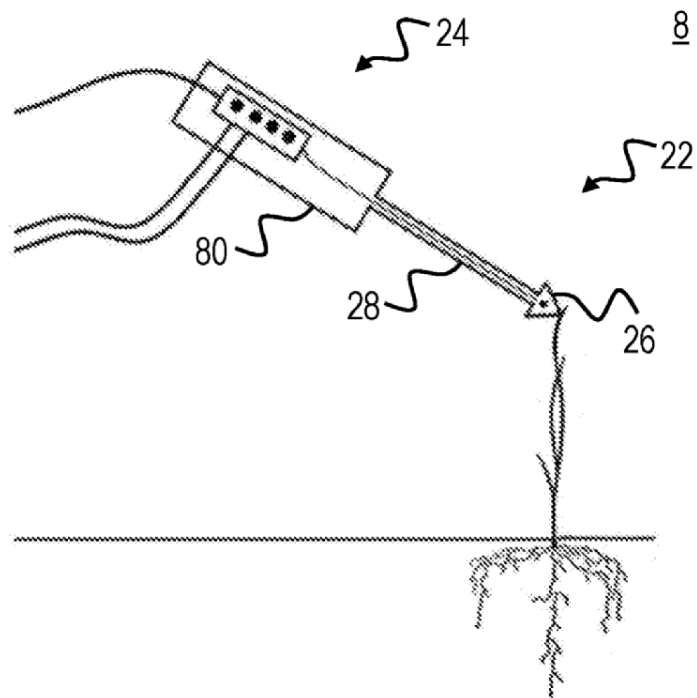


Figura 4

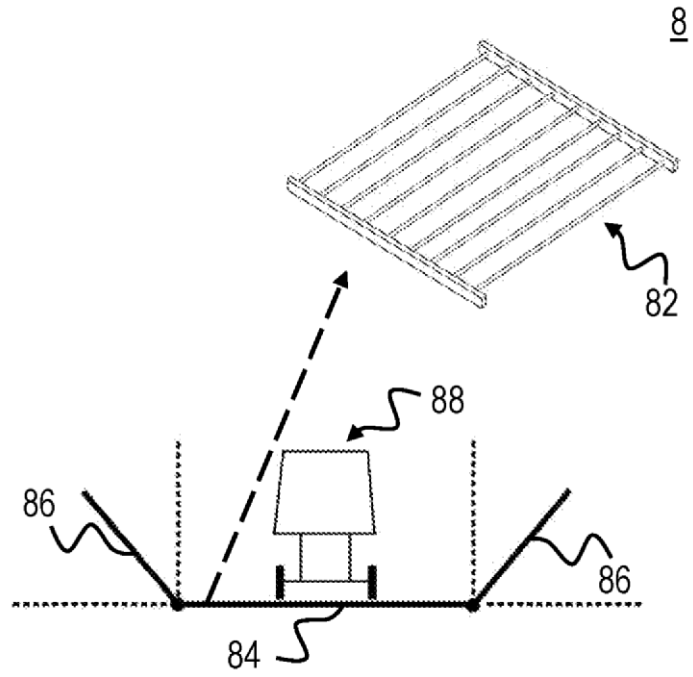


Figura 5

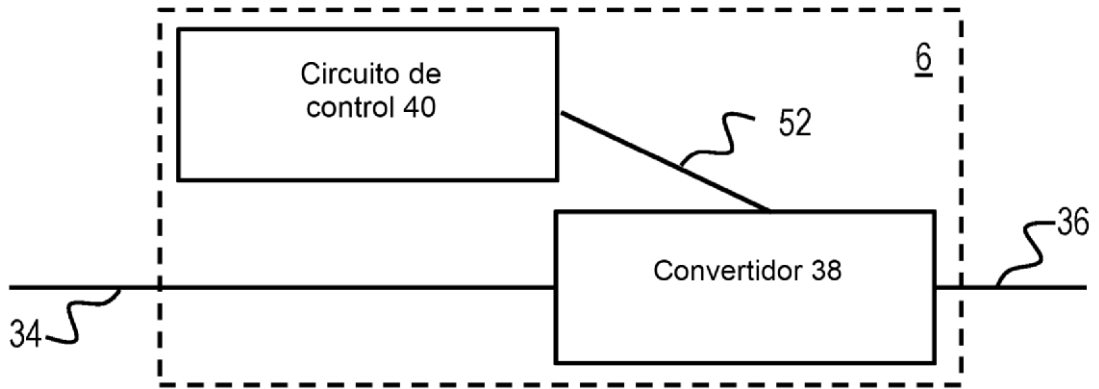


Figura 7

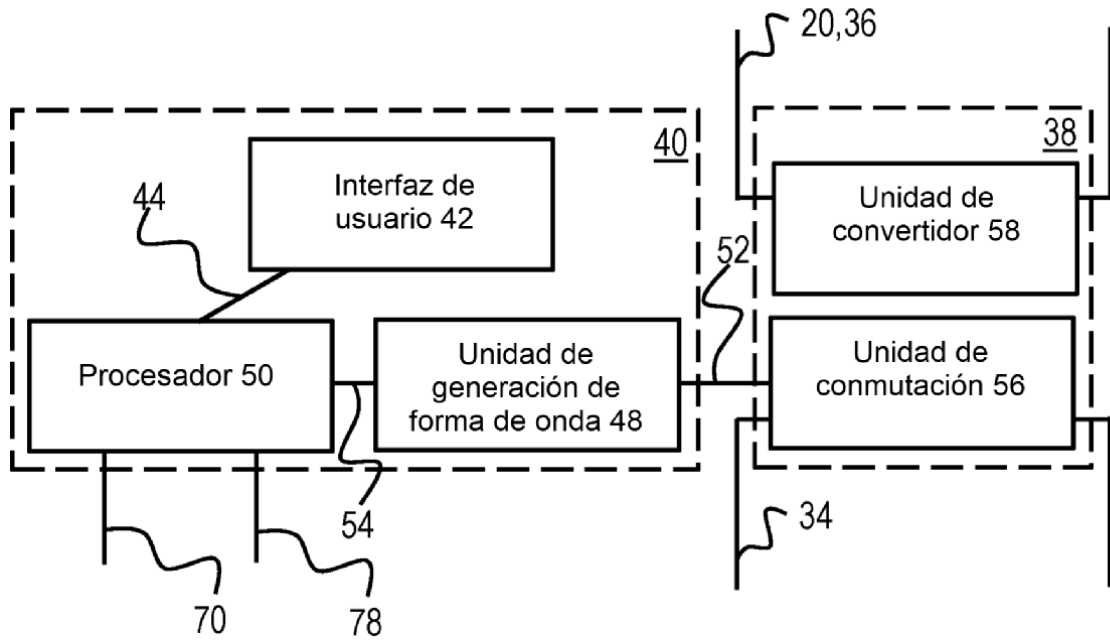


Figura 8

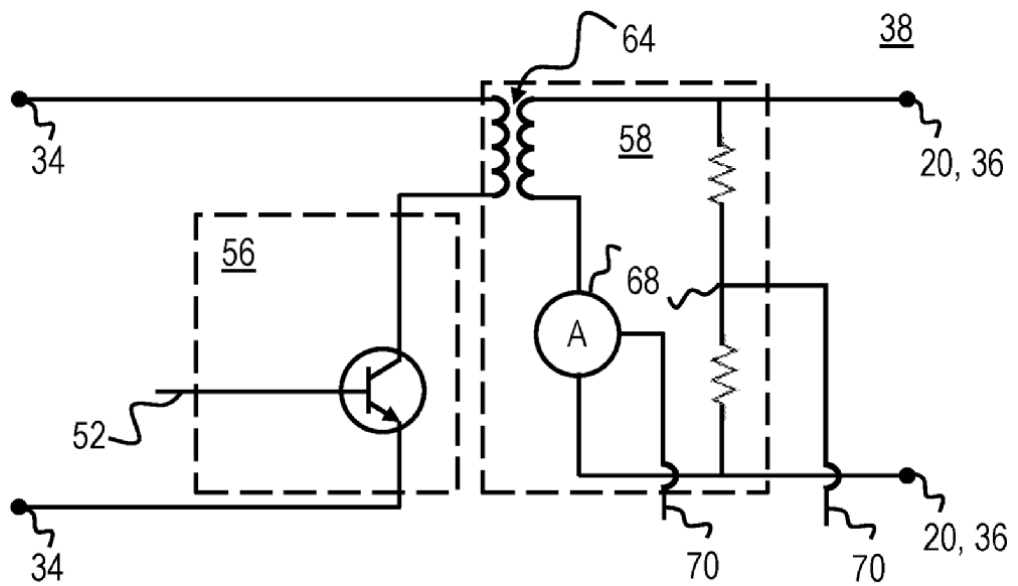


Figura 9

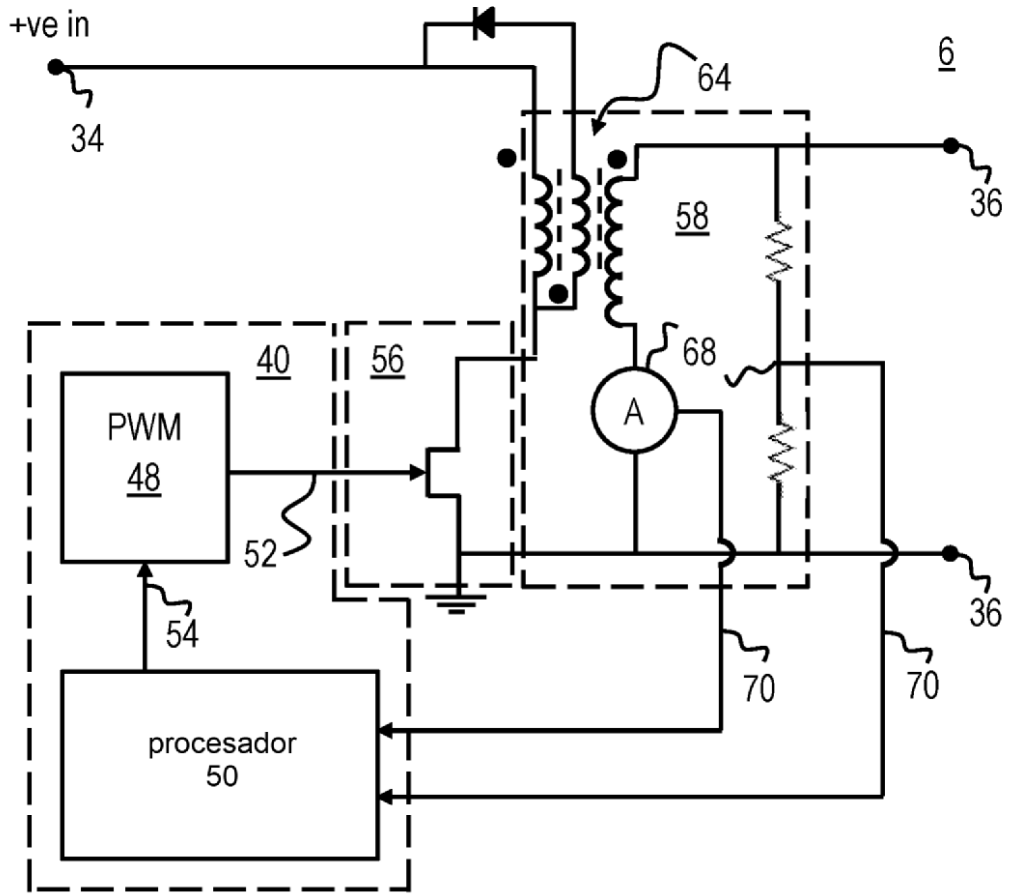


Figura 10

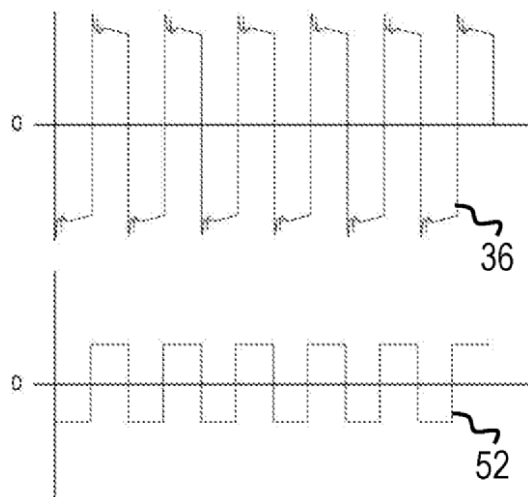


Figura 12a

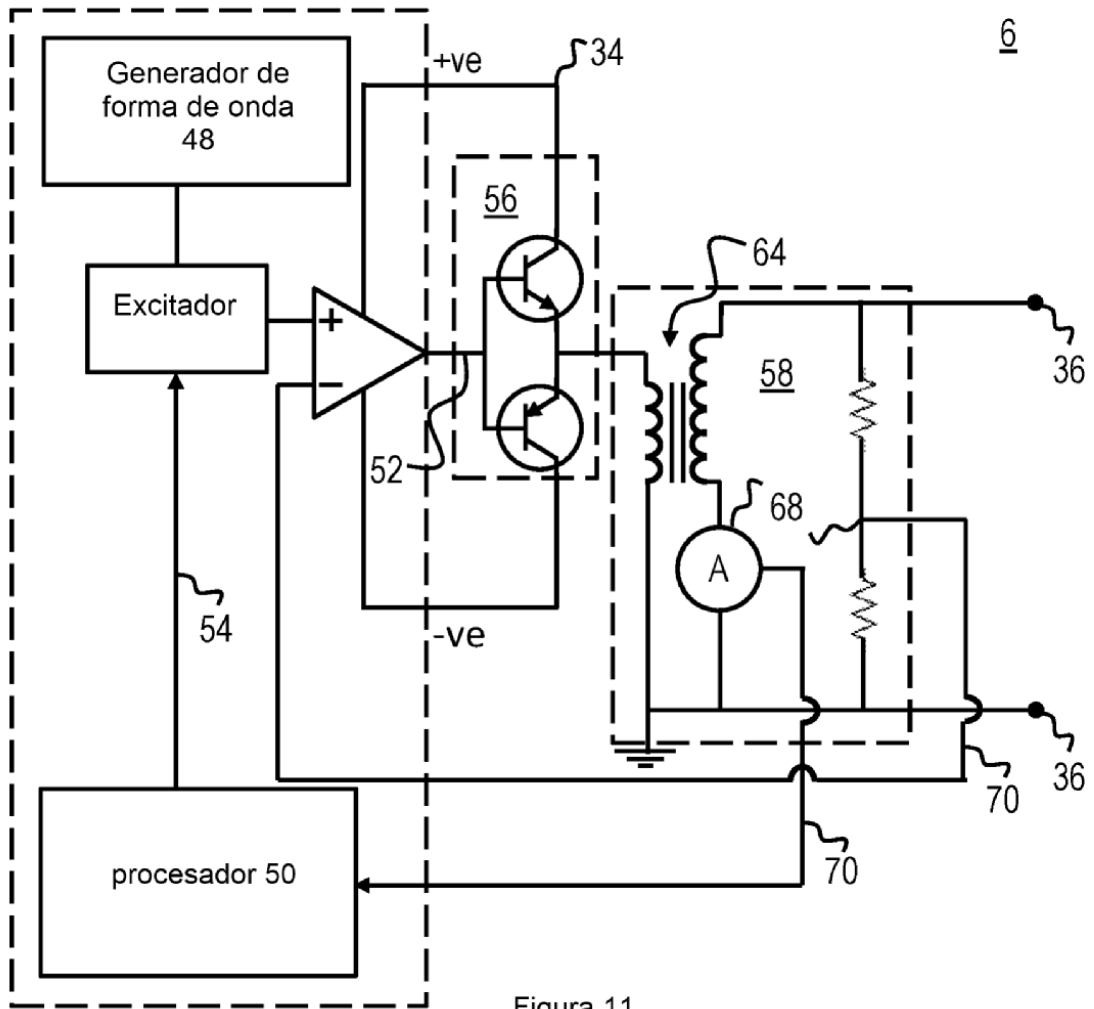


Figura 11

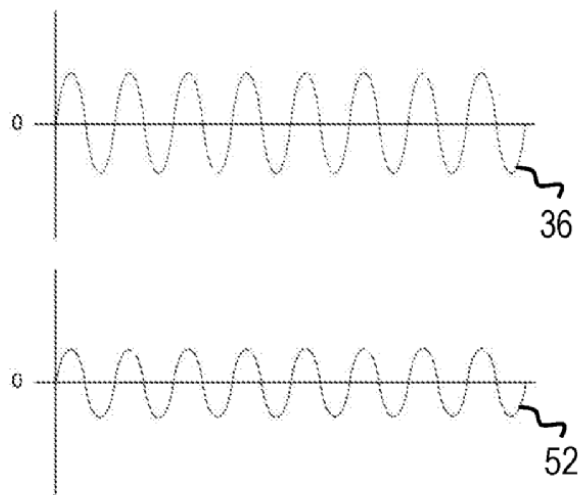


Figura 12b

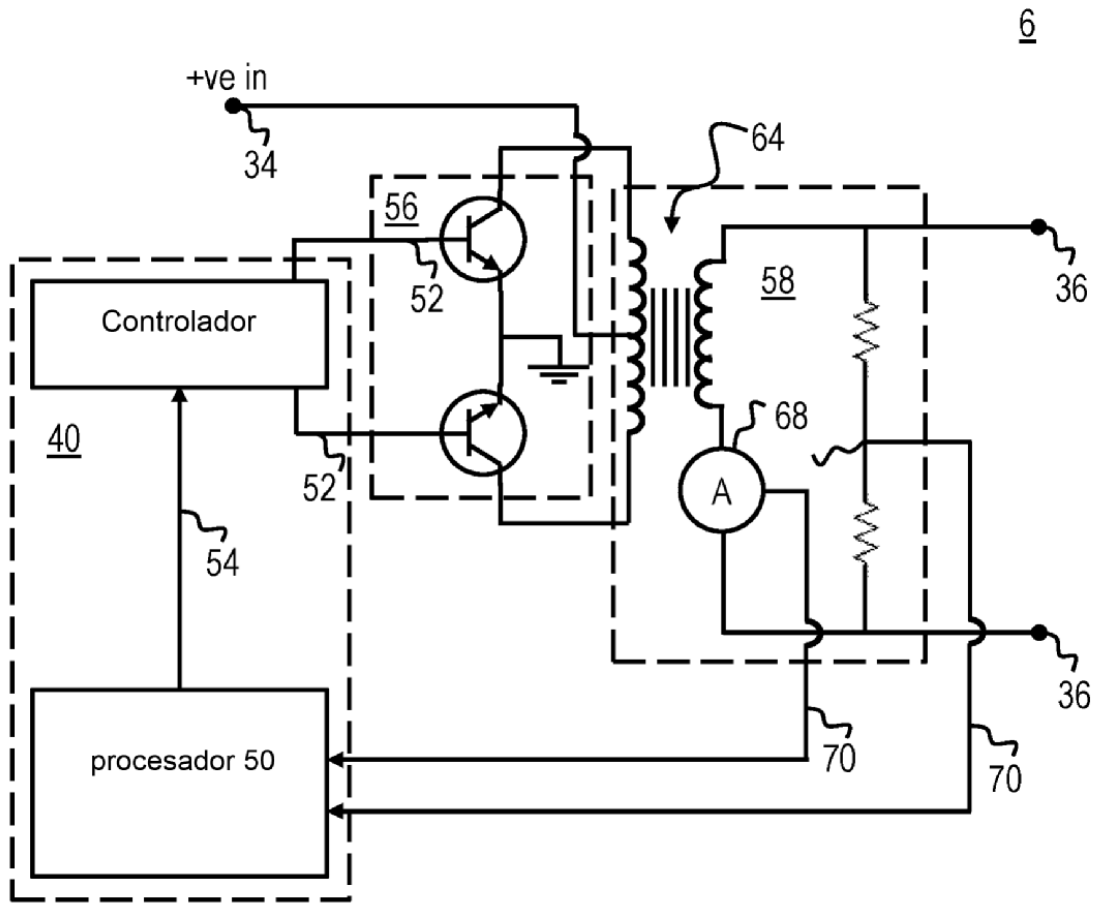


Figura 13

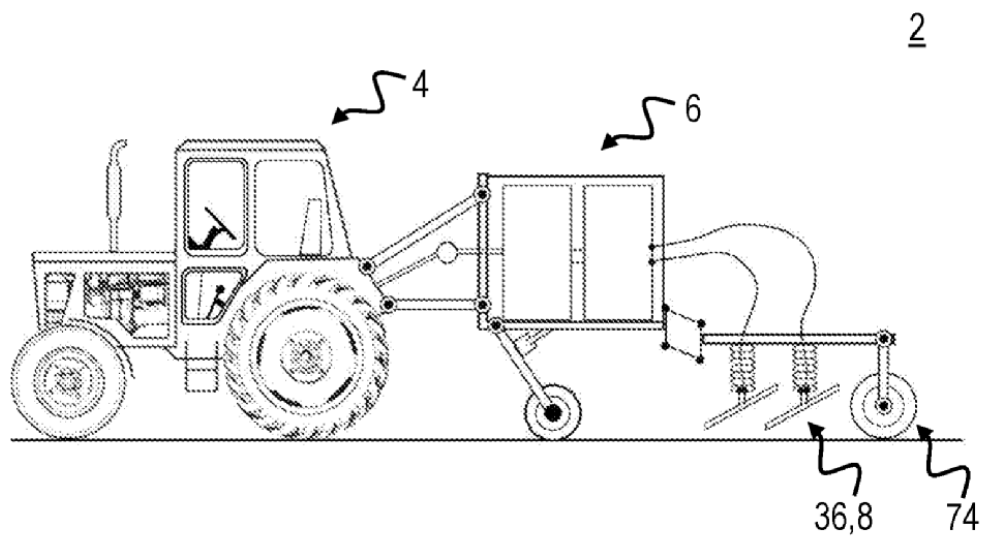


Figura 15

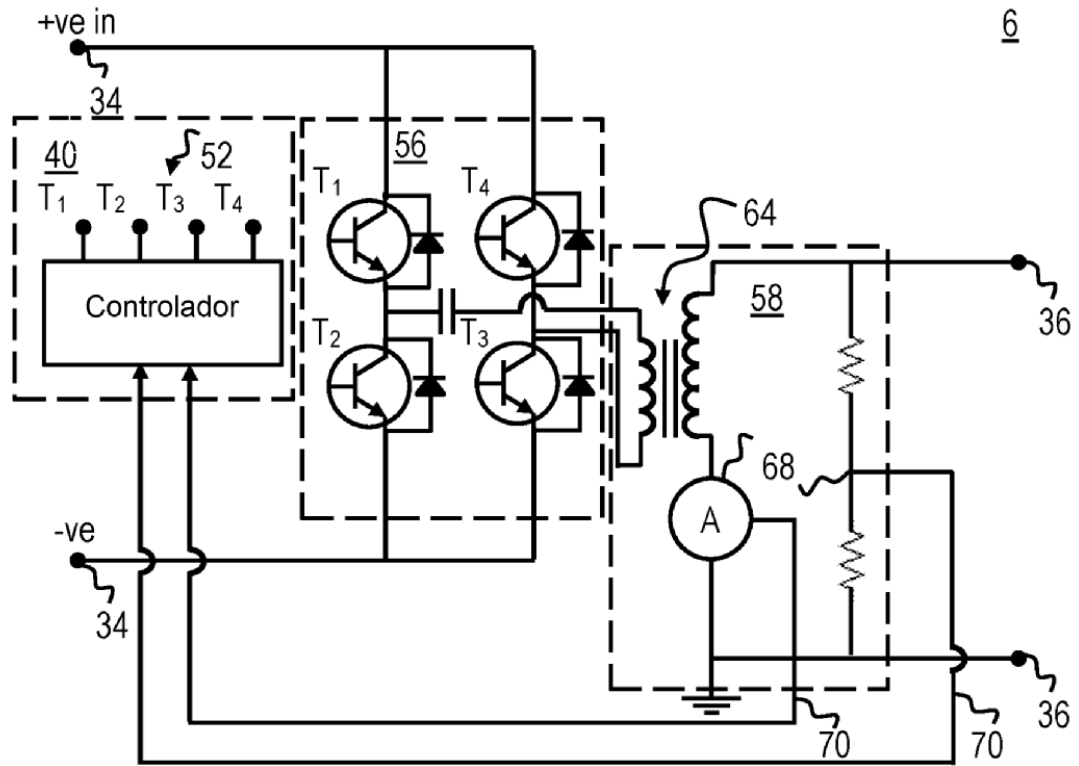


Figura 14

3 kV

Frecuencia (kHz)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Eficacia de destrucción (%)	25	35	20	100		50		20		

4 kV

Frecuencia (kHz)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Eficacia de destrucción (%)	80	90	100	100	80	100	40	80	60	

5 kV

Frecuencia (kHz)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Eficacia de destrucción (%)	100	100	100	83	100	100	100	60	100	100

6 kV

Frecuencia (kHz)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Eficacia de destrucción (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Figura 16

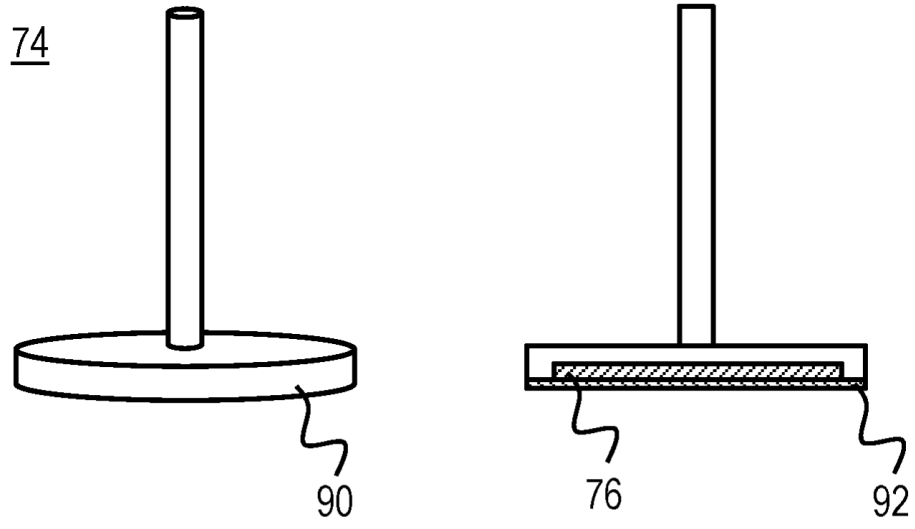


Figura 6