

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 538 337**

51 Int. Cl.:

**H02M 3/158** (2006.01)

**H03F 3/60** (2006.01)

**H03F 1/02** (2006.01)

**H03K 3/86** (2006.01)

**H03K 3/53** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.12.2008 E 08879228 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.03.2015 EP 2368324**

54 Título: **Conversión de energía eléctrica de sub muestreo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**19.06.2015**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON  
(PUBL) (100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**SANDER, SVERKER**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 538 337 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**

Conversión de energía eléctrica de sub muestreo

**5 Campo técnico**

La presente invención se refiere a una solución para la conversión de energía eléctrica usando una línea, plano o volumen de transmisión eléctrica.

**10 Antecedentes de la invención**

Existen varias soluciones diferentes con el fin de proporcionar un voltaje adecuado a un circuito eléctrico, tanto en lo que se refiere a voltaje de alimentación como a entrada (IN) de voltaje al circuito. A menudo, se usa un convertidor CC/CC para convertir un nivel fijo a otro nivel (de paso de subida o de paso de bajada). Del mismo modo, se usan convertidores CA/CC para convertir un voltaje de CA a un voltaje de CC a un cierto nivel.

Se conoce el uso de una línea de transmisión eléctrica para generar impulsos eléctricos de alto voltaje o para la conversión de voltaje CC/CC a modo de conmutación usando impulsos cortos que viajan en la línea de transmisión y sincronizan los conmutadores para realizar la conversión de voltaje de CC/CC. Esto se conoce por ejemplo a través del documento WO 2008/051119.

El uso de convertidores de voltaje de CC/CC convencionales a veces puede ser problemático debido a los tiempos de respuesta y las consideraciones de coste. En aplicaciones de alta frecuencia tales componentes necesitan ser altamente optimizados para funcionar correctamente. Hay también una demanda creciente de proveedores de equipos de alta frecuencia para la reducción de costes a todos los niveles, por ejemplo, para la reducción de costes en la industria de las telecomunicaciones, y la eficiencia de optimización es un potente activador de mercado.

Por otra parte, esto también es cierto para los amplificadores de las aplicaciones de alta frecuencia.

Dependiendo de la configuración y de las aplicaciones de circuitería, las soluciones anteriormente mencionadas pueden a veces no ser óptimas y pueden ser más adecuadas soluciones alternativas. Además, existen muchas aplicaciones dentro de las aplicaciones de alta frecuencia donde las soluciones para diferentes tipos de tipos de conversión de energía pueden encontrar aplicabilidad.

Los diferentes tipos de configuraciones eléctricas/de comunicación pueden requerir una pluralidad de diferentes tipos de soluciones dentro de la misma circuitería y en diferentes módulos que interoperan entre sí, en esto hay diferentes tipos de soluciones no siempre compatibles entre sí y que requieren diferentes tipos de bases de conocimiento.

Las aplicaciones de radio frecuencia plantean una situación compleja con el fin de proporcionar una solución de funcionamiento para transferir señales eléctricas/energía a/desde funciones en tales aplicaciones.

**Sumario de la invención**

Es un objeto de la presente invención remediar al menos algunos de los problemas mencionados anteriormente, y éste se proporciona a través de varios aspectos que se describirán a continuación.

La presente invención describe una manera alternativa de convertir la energía eléctrica de ciertos factores de forma (voltaje, corriente, impedancia) en otro conjunto de factores de forma. Esto se hace mediante la adopción de todas las ventajas de las características de la propagación de onda de un elemento de línea de transmisión (o resonador multidimensional, tales como área o volumen).

Mediante la inserción de una fuente de bajo voltaje óhmico como paso de unidad (muy alto  $\partial V/\partial t$ ), en el punto de conexión "de entrada" del resonador se inicia una propagación de ondas EM. El tiempo de paso de subida debería ser considerablemente menor que  $t_d/2$ , donde  $t_d$  es el tiempo de propagación de onda para el fundamental (longitud completa) del resonador. El resonador se caracteriza por una distribución en red (de 1, 2 o 3 dimensiones) de elementos inductivos, capacitivos y de pérdida formados como componentes individuales o como números finito o infinito de objetos físicos conectados que forman un resonador con una impedancia característica; por ejemplo, un cable coaxial o una línea de tira.

En la conexión opuesta "de salida" del resonador, la onda será parcialmente reflejada al ser definida por el grado de falta de coincidencia entre la impedancia de salida y la impedancia de línea de transmisión (idealmente  $\Gamma = -1$ ). Esta onda reflejada volverá en el resonador en la misma fase que la onda original. Mientras la impedancia de la fuente de entrada se mantenga baja (inferior a la impedancia característica del resonador) se producirá otra onda reflectante debido a la falta de coincidencia de la "entrada" de resonador y la impedancia de la fuente, sumando de este modo las amplitudes de las 2 ondas. De esta manera, la energía almacenada en el resonador se incrementará mientras

siga el impulso de entrada (o de paso de unidad). Evidentemente, debido a las pérdidas del resonador, algo de energía se perderá.

5 Cuando el factor eléctrico de forma del resonador alcanza el nivel solicitado, la energía del resonador se puede drenar parcialmente en el modo de rueda libre (análogo a un modo de rueda libre de convertidor Buck CC/CC) o totalmente al cambiar o hacer coincidir la impedancia de carga (load) "de salida" de modo que se produzca un reflejo controlado o que no se produzca ya reflejo.

10 A continuación, el proceso se puede reiniciar.

La presente invención se basa en 2 ideas.

15 1. El uso de características de línea de transmisión (propagación de ondas en un resonador) en el área de convertidor de energía para almacenar energía resonante.

2. Mediante el "sub muestreo" del sistema, es decir, los impulsos de entrada son más largos que  $2t_d$  veces el tiempo T de propagación, el factor de forma eléctrica se puede convertir sin una conmutación extensa de la fuente de entrada.

20 Sobre la base de las ideas anteriores, se exponen varias ideas subsiguientes:

1. El resonador puede tener cualquier forma física de las descritas en cualquier otra bibliografía.

25 2. El método de sub muestreo disminuye las pérdidas de conmutación de la fuente de entrada, al permanecer cerrado durante varios ciclos de T.

3. El sistema contará con 2 fuentes de frecuencia de ondulación bien definidas

30 a. El fundamental de resonador

b. La frecuencia de conmutación de la fuente de entrada sub muestreada y los armónicos relacionados

35 4. Se pueden usar las diferentes características del resonador para adoptar los sistemas de conversión en cualquier impedancia de carga adecuada.

5. El diseño existente podría ser descrito como un resonador y se usa para el almacenamiento de energía.

40 6. La conversión CC/CC (por ejemplo un convertidor con tecnología Buck-Boost), amplificador y generador portador de radio con mezclador de microondas como funciones coincidentes podrán fusionarse mediante el uso de una línea de transmisión común.

Mediante el uso de varios resonadores en combinación se pueden formar cambios de impedancia (transformadores) y nuevos elementos de resonador.

45 La solución para la conversión de energía de acuerdo con la presente invención como se muestra en este documento y en las reivindicaciones tiene la ventaja de ser capaz de usar componentes de bajo coste y proporciona un sistema de respuesta rápida en comparación con soluciones basadas en un inductor/condensador convencional.

50 Un primer aspecto de la presente invención proporciona un dispositivo de conversión de energía eléctrica, que comprende:

al menos una entrada de fuente eléctrica;

55 al menos dos puertas eléctricas;

al menos un medio de propagación de onda eléctrica; y

al menos una salida eléctrica conectable a una carga de salida de recepción;

60 en el que un voltaje de la fuente eléctrica se aplica al medio de propagación de onda eléctrica a través de una primera puerta para una duración de tiempo que supera al tiempo de propagación de onda a través del medio de propagación de onda eléctrica hasta un extremo del medio de propagación de onda eléctrica y de vuelta a la fuente eléctrica, es decir  $2t_d$ , acumulando una onda eléctrica que viaja en el medio de propagación de onda eléctrica y la onda eléctrica acumulada resultante se controla en la salida eléctrica con una segunda puerta y donde la primera y  
65 la segunda puertas están en unas posiciones conductoras separadas sustancialmente una de otra en el tiempo.

La primera y la segunda puertas pueden estar ambas situadas en el lado de la fuente eléctrica del medio de propagación de onda eléctrica.

5 El dispositivo puede ser un amplificador de energía, un convertidor CC/CC, un convertidor de CA/CC, un convertidor CC/CA o un transmisor de radio con generación de onda portadora y mezclador.

El dispositivo puede ser un amplificador modulado que comprende una pluralidad de entradas eléctricas cada una controlada por su puerta correspondiente conectada al medio de propagación de onda eléctrica.

10 La segunda puerta está en un estado encendido (de conducción) más corto que  $2t_d$ .

El medio de propagación de onda eléctrica puede comprender al menos un elemento de entre una línea de transmisión, una línea de micro tira, una pista estampada de placa de circuito o un disco conductor de electricidad sustancialmente circular.

15 La carga de salida de recepción y la salida eléctrica del dispositivo tienen impedancias sustancialmente coincidentes. La carga de salida de recepción y la salida eléctrica del dispositivo tienen impedancias con falta de coincidencia.

20 La puerta puede ser la de un conmutador eléctrico o la de un diodo.

El dispositivo puede comprender además una tercera puerta dispuesta para proporcionar un cambio de polaridad de la onda eléctrica que se propaga en el dispositivo.

25 Un segundo aspecto de la presente invención proporciona un método de conversión de energía eléctrica usando un medio de propagación de onda eléctrica, comprendiendo los pasos de:

proporcionar una fuente de energía eléctrica al medio de propagación de onda eléctrica usando una primera puerta;

30 proporcionar la fuente de energía eléctrica durante un tiempo que supera al tiempo de propagación de onda de la onda eléctrica resultante que viaja en el medio de propagación de onda eléctrica hasta un extremo y de vuelta a la fuente de energía eléctrica;

35 controlar la onda eléctrica resultante en una salida eléctrica usando una segunda puerta;

en el que las primera y segunda puertas están en unas posiciones sustancialmente separadas una de la otra en el tiempo.

40 Estos y otros aspectos de la invención serán evidentes a partir de y se aclararán con referencia a las realizaciones descritas en lo sucesivo.

### Breve descripción de los dibujos

45 La presente invención se explicará a continuación con mayor detalle por medio de ejemplos no limitativos y con referencia a los dibujos adjuntos en los que:

la figura 1 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito y de disposición temporal de propagación de una onda eléctrica de acuerdo con la presente invención;

50 la figura 2 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito y de disposición temporal de propagación de una onda eléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 3 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito y de disposición temporal de propagación de una onda eléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención;

55 la figura 4 ilustra esquemáticamente un circuito para un amplificador de energía de salida constante de acuerdo con una realización de la presente invención;

60 la figura 5 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito y de disposición temporal de propagación de una onda eléctrica de acuerdo con una realización de la presente invención;

la figura 6 ilustra esquemáticamente un diagrama de circuito y de disposición temporal de una onda eléctrica en una realización de transmisor de radio;

65 la figura 7 ilustra esquemáticamente el diagrama de disposición temporal de la figura 6 con mayor detalle;

la figura 8 ilustra esquemáticamente en un diagrama de bloque una realización de la presente invención para un amplificador de 3 bits 4 fases y RF PA;

5 la figura 9 ilustra esquemáticamente una realización de la presente invención: un resonador solicitado circular como transformador;

la figura 10 ilustra esquemáticamente una realización de la presente invención: un resonador solicitado circular de superficie como transformador;

10 la figura 11 ilustra esquemáticamente una realización de la presente invención: un resonador solicitado circular de superficie como transformador;

la figura 12 ilustra esquemáticamente una realización de la presente invención: un resonador solicitado circular de superficie como transformador;

15 la figura 13 ilustra esquemáticamente una realización de la presente invención: una aplicación OVS;

las figuras 14A y B ilustran esquemáticamente dos realizaciones de la presente invención: transmisor impulsado QAM de radio.

20 **Descripción detallada de realizaciones preferidas**

La presente invención se refiere a diferentes conversiones de energía eléctrica de energía eléctrica en un circuito eléctrico usando un medio de propagación de onda, tal como una línea de transmisión (retardo) o similares trayectorias de transmisión eléctrica de retardos, tal como una línea agrupada de transmisión, una línea de tira, una tira de micro, una pista de PCB, y así sucesivamente, y las propiedades de impedancia faltan en coincidencia en relación con la línea/trayectoria de transmisión. Cuando una onda eléctrica se transmite en una línea/trayectoria de transmisión y se encuentra con una falta de coincidencia de impedancia al menos parte de la onda eléctrica se refleja de nuevo en la línea/trayectoria de transmisión. Esto se ilustra en la figura 1A, donde se muestra un circuito de CC/CC de paso de bajada. En la figura, el voltaje  $V_{DC\ IN}$  de entrada se pasa de bajada al voltaje  $V_{DC\ OUT}$ . El principio de funcionamiento del circuito de la figura 1A se explicará más adelante.

En esta forma de realización, T1 y T2 son conmutadores de transistor y la línea 100 de transmisión se usa como un medio de almacenamiento de energía. El condensador  $C_{IN}$  se usa como una fuente de baja impedancia para la línea 100 de transmisión y el condensador  $C_{OUT}$  mantiene el voltaje de salida cuando no se suministra energía desde la línea de transmisión.  $R_{LOAD}$  es la parte resistiva de la impedancia de carga que representa un consumidor del voltaje de salida. Además, los puntos con los números de referencia 130 y 140, respectivamente, representan los terminales de entrada y de salida de voltaje para el circuito eléctrico de la figura 1A. El voltaje de entrada  $V_{OC\ IN}$  en el terminal 130 de voltaje de entrada puede ser suministrado por una fuente de voltaje de CC, tal como se ilustra en la figura 1A, o simplemente estar presente en el terminal 130 de voltaje de entrada.

Ahora, usando el diagrama de tiempo de la figura 1B, se describirá el principio de funcionamiento del circuito de paso de bajada de la figura 1A.

45 La caja rellena representa la amplitud del voltaje y la onda de corriente y la flecha la dirección de desplazamiento para el voltaje y las ondas de corriente, mientras que la línea en la que se muestra la onda de corriente representa el voltaje cero y el nivel de corriente. La parte con círculos de la caja representa la onda de voltaje, mientras que las rayas de la otra parte de la caja representan la onda de corriente. Cabe señalar que la altura de la caja con círculos es dos veces más alta que la altura de la caja con rayas, de este modo, mientras que la corriente puede ser, por ejemplo, de 1 A, el voltaje es por ejemplo de 2 V.

Los ejes de tiempo de los transistores T1 (por debajo del diagrama de tiempo) y T2 (por encima del diagrama de tiempo) describen el estado de conmutación de cada transistor. Por encima del eje de tiempo de T2, se muestra un gráfico de voltaje frente a tiempo que ilustra el voltaje  $V_{OUT}$  de salida en función del tiempo. Sin embargo, el voltaje  $V_{OUT}$  se muestra cuando el circuito de la figura 1A ha alcanzado un estado estacionario. La línea discontinua en el gráfico voltaje-tiempo representa un valor medio constante  $V_{DC\ OUT}$  del voltaje de salida. Usando los dos ejes de tiempo para los transistores T1 y T2 el cambio en el voltaje  $V_{OUT}$  de salida se puede observar fácilmente.

En lo que sigue, se explicará en detalle un método para conmutar los dos transistores de acuerdo con la presente invención usando el diagrama de tiempo de la figura 1B. Aquí, se explicarán la puesta en marcha y la fase de estado estacionario para el voltaje y la corriente en el circuito.

En el tiempo  $t = 0$ , el primer transistor T1 se enciende y apaga brevemente produciendo una onda de voltaje y una onda de corriente asociada de duración  $t_{on}$  que se propagan a través de la línea 100 de transmisión hacia la carga  $R_{LOAD}$ . El segundo transistor T2 está todavía apagado.

En el instante de tiempo  $t = t_d / 2$ , donde  $t_d$  es el retardo de tiempo de propagación de señal para una longitud de trayectoria de línea de transmisión, el voltaje y las ondas de corriente han llegado a medio camino en la línea de transmisión, mientras que T2 está todavía apagado. Aquí, la línea de transmisión está actuando como almacenamiento de energía para la energía enviada a ella por el transistor T1.

5 Seguidamente, en el instante de tiempo  $t = t_d$ , el voltaje y la onda de corriente habrá llegado al transistor T2. En ese instante, el transistor T2 se enciende durante una duración de tiempo  $t_{on}$  permitiendo que la energía sea entregada al condensador  $C_{OUT}$  de salida, el cual, a su vez, descarga gradualmente parte de la energía almacenada dentro de la carga  $R_{LOAD}$ . Esto conduce a un aumento del voltaje a través del condensador  $C_{OUT}$  que es el voltaje  $V_{OUT}$  de salida.  
 10 Se puede mencionar que el condensador  $C_{OUT}$  es parte del convertidor CC- CC y que se muestra una realización de la invención con sólo un ejemplo con una carga resistiva  $R_{LOAD}$ . La carga puede ser igualmente tanto reactiva como resistiva. También se puede mencionar aquí que se pueden emplear varios métodos para encender el transistor T2. El T2 puede ser encendido tanto externamente mediante un circuito de accionador después del tiempo  $t = t_d$  como ser encendido mediante la propia onda de corriente. En este caso, el valor medio de la corriente debe ser diseñado para ser suficiente con el fin de encender el transistor. Además, el encendido de T2 puede ser seguido por un apagado sincrónico de T1. El transistor T2 también se puede sustituir por un diodo haciendo innecesaria la necesidad de una señal de encendido para la puerta del transistor T2.

Ahora, debido a la falta de coincidencia entre la impedancia característica de la línea 100 de transmisión y la impedancia del condensador  $C_{OUT}$  de salida y la resistencia  $R_{LOAD}$  de carga, la mayor parte del voltaje y las ondas de corriente se reflejarán de vuelta en la línea 100 de transmisión. Tras ello, en el instante de tiempo  $t = t_d + t_{on}$ , cuando el voltaje y las ondas de corriente reflejados han justamente pasado el transistor T2, el T2 se apaga. En el diagrama de tiempo de la figura 1B, la caja rayada que representa la onda de voltaje se invierte, mientras que la señal de la onda de corriente no cambia.

25 Esto puede explicarse por el hecho de que a altas frecuencias, tales como frecuencias de microondas, un condensador actúa más o menos como un cortocircuito y, de este modo, tanto la línea de transmisión se cortocircuitará en su extremo de salida. Como es conocido por el experto, una onda de voltaje tendrá el signo opuesto cuando se "refleje" a partir de una línea de transmisión cortocircuitada mientras que la onda de corriente tendrá un signo sin cambios. También puede añadirse aquí que las amplitudes del voltaje y las ondas de corriente reflejadas serán menos que las del voltaje original y las ondas de corriente enviadas en la línea de transmisión, debido al hecho de que parte de la energía se suministra al condensador  $C_{OUT}$  de salida y a la resistencia  $R_{LOAD}$  de carga. Además, cuando el T2 está apagado, el voltaje  $V_{OUT}$  de salida comenzará a disminuir debido a la descarga del condensador en la resistencia  $R_{LOAD}$  de carga.

35 En el instante de tiempo  $t = 1,5 t_d$ , el voltaje y la onda de corriente han viajado hasta la mitad del camino de vuelta en la línea de transmisión hacia el transistor T1. En este instante, ambos transistores T1 y T2 se apagan, y la línea 100 de transmisión exhibe de nuevo su función de almacenamiento de energía.

40 Seguidamente, en el instante de tiempo  $t = 2t_d$ , cuando el voltaje y las ondas de corriente han alcanzado el transistor T1, el T1 se enciende de nuevo, produciendo una segunda onda de voltaje y una segunda onda de corriente propagándose en la línea 100 de transmisión. El T1 es también mantenido en encendido durante un tiempo  $t_{on}$  de duración como se muestra en el gráfico de tiempo para el T1 de la figura 1B. Los primeros voltaje y ondas de corriente reflejados pasarán luego al transistor T1 y se reflejarán de vuelta en la línea 100 de transmisión debido a la falta de coincidencia de impedancia entre la impedancia característica de la línea de transmisión y la impedancia del condensador  $C_{IN}$ . Dado que el condensador  $C_{IN}$  de entrada actúa como un cortocircuito a altas frecuencias en la misma manera que el condensador  $C_{OUT}$  de salida, la onda de voltaje se reflejará desde el condensador  $C_{IN}$  y cambiará su signo, mientras que la onda de corriente también se reflejará, pero sin ningún cambio de signo. Esto se ilustra en la figura 1B en el instante de tiempo  $T = 2t_d + t_{on}$  como la onda de voltaje invertida representada por la caja con círculos. El resultado de una primera onda de voltaje y una primera onda de corriente que viajan en la misma dirección al extremo de salida de la línea 100 de transmisión, con una segunda onda de voltaje y una segunda onda de corriente que se producen por el encendido y apagado del transistor T1, da como resultado la superposición de los dos voltajes y ondas de corriente y, por lo tanto, un aumento en la amplitud tanto del voltaje como de la onda de corriente (no se muestra) que viajan en la línea de transmisión.

55 En el instante de tiempo  $t = 2,5 t_d$ , los nuevos superpuestos voltaje y corriente onda se ilustran como habiendo llegado a mitad de camino a través de la línea 100 de transmisión. Estos voltaje y corriente onda superpuestos habrán llegado al segundo transistor T2 en el instante de tiempo  $t = 3 t_d$ , instante en el que el segundo transistor T2 se enciende durante una duración  $t_{on}$  de tiempo (no se muestra).

60 De nuevo, parte de la onda de corriente superpuesta será disipada al cargar el condensador  $C_{OUT}$  de salida, lo que conducirá a un aumento del voltaje  $V_{OUT}$  de salida con respecto al nivel de voltaje en el ciclo de carga previa de la capacitancia de carga, mientras que una mayor parte de la onda de corriente se refleja de nuevo en la línea 100 de transmisión. La descarga del condensador  $C_{OUT}$  de salida hacia la carga  $R_{LOAD}$  durante el tiempo en que el voltaje y las ondas de corriente reflejados se propagan en la línea de transmisión conducirá a una disminución renovada en el voltaje  $V_{OUT}$  de salida.  
 65

Durante cada repetición subsiguiente al proceso de conmutación de los transistores T1 y T2 descrito anteriormente, el voltaje  $V_{OUT}$  de salida sube hasta que ha alcanzado un estado de equilibrio. Este será el caso después de un número de ciclos de conmutación para T1 y T2, cuando la corriente que carga el condensador  $C_{OUT}$  iguale la corriente de descarga que suministra la resistencia  $R_{LOAD}$  de carga. En este estado constante, el voltaje  $V_{DC\ OUT}$  de salida variará ligeramente en torno a un voltaje medio de CC situado entre el voltaje cero y el voltaje  $V_{DC\ IN}$  de entrada, es decir, que  $0 < V_{DC\ OUT} < V_{DC\ IN}$ . El voltaje de CC de salida se mantiene constante al ajustar el tiempo  $t_{on}$  cuando la  $R_{LOAD}$  está variando mediante el uso de un bucle convencional de realimentación (la modulación ordinaria por duración de impulsos o *Pulse Width Modulation*, PWM).

Se puede también mencionar que el segundo transistor puede ser reemplazado por un diodo rectificador, que cambiará un tanto la situación del voltaje de salida.

En  $t = 0$ , cuando el primer conmutador T1 está encendido, el voltaje de salida a través del condensador  $C_{OUT}$  será cero. Luego, para cada ciclo de conmutación, el voltaje  $V_{OUT}$  de salida aumentará, ya que el condensador  $C_{OUT}$  será cargado por los impulsos de corriente de la línea de transmisión hasta que se haya alcanzado un estado estacionario del voltaje  $V_{DC\ OUT}$  de salida que tendrá aproximadamente el mismo valor que en el caso en el que T2 fuera el conmutador de transistor.

El uso de impulsos cortos conmutados por T1 y T2 puede ser considerado para ser un procedimiento que se describa como un procedimiento de sobre muestreo (OVS).

En la presente invención, el primer conmutador T1 tiene un tiempo de encendido considerablemente más largo que el tiempo  $t_d$  de transmisión a través de la línea de transmisión/trayectoria, por ejemplo,  $T_{on} \geq 2t_d$ , este procedimiento puede ser descrito como un procedimiento de sub muestreo (SUS).

El efecto SUS, opcionalmente junto con las técnicas de OVS, y junto con los componentes eléctricos adecuados, puede ser usado para realizar diferentes tipos de conversiones de energía eléctrica, encontrando aplicabilidad, como por ejemplo en un:

1. Convertidor Buck de SUS
2. Amplificador de energía impulsada SUS/OVS
3. SUS de generador de forma de onda o convertidor/amplificador controlado de bitios de CC/CC
4. SUS/OVS de amplificador de energía continua
5. SUS de convertidor Boost
6. Transmisor de radio con SUS/OVS de portador generado por modo de conmutación

Algunas de las aplicaciones anteriormente mencionadas incluyen una combinación de procedimientos basados en SUS y OVS.

En la figura 2 se ilustra un circuito de acuerdo con la presente invención para proporcionar un convertidor Buck 200. El circuito comprende una fuente 201 de voltaje, un  $C_{IN}$  203 de capacitancia de entrada, una primera puerta eléctrica, por ejemplo un conmutador, S1 202, estando el S1 conectado a una segunda puerta eléctrica, por ejemplo un conmutador, S2 204, que funciona en paralelo a una línea TL 205 de transmisión a su vez conectada a un  $C_{OUT}$  206 de capacitancia de salida y una conexión de salida a una  $R_{LOAD}$  208 de carga. El  $C_{IN}$  203 de capacitancia de entrada, el segundo conmutador S2 204, el  $C_{OUT}$  206 de capacitancia de salida y la  $R_{LOAD}$  208 de carga están conectados a tierra 207.

El funcionamiento de esta realización es el siguiente:

En la figura 2 se muestra un ciclo de funcionamiento en su arranque y se describe con el texto a continuación:

$t = 0$

El conmutador S1 202 es encendido. Una onda de corriente positiva (las rayas) y de voltaje (los círculos) se propaga en la línea 205 de transmisión.

$t = 1.5t_d$

Dado que el coeficiente  $\Gamma$  de reflexión está próximo pero no es igual a -1 en el extremo lejano de la línea 205 de transmisión las ondas se reflejarán parcialmente. La onda de corriente se reflejará con un signo sin cambios, mientras que la onda de voltaje cambiará la polaridad. Las ondas se propagarán hacia el extremo de entrada de la línea de transmisión. Durante este estado, el voltaje  $V_{OUT}$  de salida aumentará.

$t = 2.5t_d$

Dado que el coeficiente  $\Gamma$  de reflexión es de aproximadamente -1 en el extremo de entrada la línea 205 de transmisión (la 203 del  $C_{IN}$  es grande y tiene muy baja impedancia en  $f = 1/T$ ), la onda de voltaje es reflejada en la 203 del  $C_{IN}$  y cambia de polaridad de nuevo. La corriente de entrada que fluye a través del conmutador S1 202 aumenta en pasos discretos de amplitud en  $t = 2t_d, 4t_d, 6t_d$  y así sucesivamente. El conmutador S1 202 se mantiene encendido hasta que se obtiene la anchura de impulso de ciclo de servicio deseada. Durante este estado se usa la técnica SUS descrita anteriormente.

10  $t = 4t_d$

El conmutador S1 202 es apagado y el conmutador S2 204 es encendido. La energía acumulada en la línea 205 de transmisión dará vueltas libremente en el conmutador S2 204 como en un convertidor Buck convencional.

$t = 4.5t_d$

15 Las ondas todavía se reflejan en el extremo de entrada de la línea 205 de transmisión. Sin embargo no es suministrada nueva energía a través del conmutador S1 202 y la corriente en la línea 205 de transmisión se reducirá en pasos discretos. Durante este estado, el voltaje  $V_{OUT}$  de salida disminuirá.

20  $t = 8t_d$

El conmutador S1 202 se enciende de nuevo y el conmutador S2 204 se apaga. Se inicia un nuevo ciclo de funcionamiento.

En el funcionamiento en estado estable, cuando se  $P_{IN} + P_{PÉRDIDA} = P_{OUT}$ , el voltaje  $V_{OUT}$  de salida fluctuará en torno a un nivel de voltaje  $V_{OUT\_DC}$  209 de salida de CC.

25 Un circuito de acuerdo con la presente invención para proporcionar un amplificador 300 de energía impulsada derivado Buck-Boost se muestra en la figura 3. El circuito comprende una fuente 301 de voltaje con un  $C_{IN}$  303 opcional. Un primer conmutador S1 302 controla la conexión de fuente de voltaje a una línea TL 306 de transmisión a su vez conectada a tierra 307 en el otro extremo de la línea 306 de transmisión. En el lado de la fuente de voltaje de la línea 306 de transmisión de un segundo conmutador S2 304 está conectada en paralelo para controlar la salida de voltaje hacia una carga ( $R_{LOAD}$  305); opcionalmente, el conmutador S2 304 se puede intercambiar por un diodo adecuado que también funcionará como una puerta eléctrica. El funcionamiento de esta realización es como sigue.

30 En este circuito la impedancia de la línea 306 de transmisión coincide con la carga cuando el conmutador S2 304 está en estado de encendido. La salida que coincide hace posible vaciar totalmente la energía almacenada en la línea 306 de transmisión durante un intervalo de tiempo de  $2t_d$ .

El primer ciclo mostrado en la Figura 3 se describe a continuación:

40 en  $t = 0$

El conmutador S1 302 está encendido. Una onda negativa de voltaje (diseño con círculos) se propaga en la línea 306 de transmisión.

$t = 1.5t_d$

45 Dado que el coeficiente  $\Gamma$  de reflexión es -1 en el extremo lejano de la línea 306 de transmisión, la onda de voltaje se reflejará totalmente, pero con polaridad opuesta, y se propagará hacia el extremo de entrada de la línea 306 de transmisión.

$t = 2.5t_d$

50 Dado que el coeficiente  $\Gamma$  de reflexión es -1 en el extremo de entrada de línea 306 de transmisión (el  $C_{IN}$  303 tiene muy baja impedancia en  $f = 1/T$ ), la onda de voltaje se refleja totalmente en el  $C_{IN}$  303 y cambia de polaridad una vez más. El voltaje del pico de la onda de voltaje aumenta en los pasos de amplitud del  $V_{IN}$  301 en  $t = 2t_d, 4t_d, 6t_d$  y así sucesivamente. El conmutador S1 302 se mantiene encendido hasta que se acumula el voltaje de salida deseado. Durante este estado se usa la técnica SUS descrita anteriormente. Este estado está en analogía con el estado de un convertidor Buck-Boost.

55  $t = 4t_d$

El conmutador S1 302 es apagado y el conmutador S2304 encendido. El voltaje  $V_{OUT}$  de salida aumenta hasta + 20V sobre la resistencia  $R_{LOAD}$  305 ( $V_{OUT} = -V_{IN} - t_{ON}/2t_d = -(-10) 4t_d / 2t_d = + 20V$ ). Durante este estado se usa la técnica OVS descrita anteriormente en este documento.

60  $t = 6t_d$

Toda la energía almacenada en la línea 306 de transmisión ha sido ahora totalmente consumida en la  $R_{LOAD}$  305 durante un intervalo de tiempo de  $2t_d$ .

65  $t = 8t_d$



Una nueva fase de acumulación comienza con  $t_{on} = 2t_d$ . (Compárese con el ciclo descrito anteriormente).

Si se usa sólo una línea de transmisión, la energía de salida del amplificador será impulsada ya que ninguna energía de salida puede ser entregada a la carga durante la fase de acumulación.

5 Como un ejemplo, este circuito se puede usar en una aplicación de radar, donde la energía de salida de la antena del transmisor se impulsa en diferentes niveles de energía. En esta aplicación, la carga  $R_{LOAD}$  305 representa la impedancia de un terminal PA de drenaje. La portadora de alta frecuencia de microondas (GHz) es modulada de amplitud a una frecuencia más baja mediante el voltaje  $V_{OUT}$  de salida en una aplicación de EER (Eliminación y Restauración de Envoltente).

15 Una variación del amplificador de energía impulsada es un amplificador de energía continua que puede ser diseñado usando una pluralidad de circuitos de amplificador de energía impulsada. Un ejemplo de esto se muestra en la figura 4, donde varias líneas 407, 408 y 409 de transmisión funcionan en paralelo. Mientras que una línea de transmisión está alimentando la carga 413 con energía, las otras restantes están acumulando energía eléctrica. Con la conmutación adecuada de los conmutadores S1 a S6 401, 402, 403, 404, 405 y 406 se puede proveer amplificación de energía continua. Un  $C_{IN}$  411 de capacitancia está conectado entre el voltaje  $V_{IN\_DC}$  410 de entrada y la tierra 414.

20 Sin embargo, los circuitos amplificadores de energía continua y de energía impulsada no se limitan a un voltaje de entrada de CC. Las líneas de transmisión pueden acumular varios voltajes 501 y 503 de CC uno tras otro y, por lo tanto, disponer de un amplificador 500 de energía modulada (de bitios) con una resolución más fina voltaje de salida, como se ilustra en la figura 5.

25 Los condensadores CO 510 y C1 511 representan condensadores de filtro de salida de dos convertidores convencionales de CC/CC de paso de bajada. El conmutador Srect 505 es un rectificador y puede ser reemplazado por un diodo. Para minimizar las pérdidas se debe usar un solo transistor rectificador síncrono. Los elementos de conmutación S0 502 y S1 504 tienen que ser diseñados con dos transistores en serie debido a que el voltaje de fuente-drenaje puede ser tanto positivo como negativo. La disposición temporal de esta realización puede ser descrito como en:

30  $t = 0$   
El conmutador S0 502 es encendido. Una onda de voltaje negativa se propaga en la línea 506 de transmisión (TL). La Línea de Transmisión (TL) se conecta a tierra 509.

35  $t = 0,5T$   
La onda llega al final del cortocircuito de la LTL 506. La onda de voltaje cambiará de polaridad ya que el coeficiente de reflexión  $\Gamma = -1$ .

40  $t = T$   
El conmutador S0 502 se apaga y el S1 504 se enciende. Una segunda onda de voltaje se acumula en el primero. La primera onda de voltaje cambia de polaridad en el gran condensador C1 511 ya que su impedancia es muy baja  $\Gamma \approx -1$ .

45  $t = 2T$   
El S1 504 se apaga y el Srect 505 se enciende. La onda de voltaje acumulada se consume en  $R_{LOAD}$  507.

50 La técnica descrita anteriormente se puede usar para alcanzar el voltaje de salida deseado más rápidamente que con un único voltaje de entrada de CC. También puede dar una resolución más fina de los niveles de voltaje de salida.

55 Organizar en cascada varios voltajes 501 y 503 de entrada de CC puede hacerse, por ejemplo, al distribuirlos con una escala descendente (por ejemplo, 8V, 4V, 2V, 1V) que dará 16 niveles de voltaje de salida (0-15V), es decir, un amplificador de 4 bitios. Esto también hará que sea más fácil enfrentar el amplificador a una señal de entrada de secuencia binaria en serie. El amplificador conectado a un sistema digital formará un convertidor DA de alta energía de salida.

60 Las técnicas con un voltaje de CC de entrada acumulado y múltiples voltajes de CC de entrada descritos anteriormente también se pueden combinar. Por ejemplo se puede excluir cada segundo voltaje de CC de entrada, por ejemplo 8V, 4V, 2V y 1V se pueden reducir a 4V y 1V. Los voltajes de salida de 8V y 2V pueden ser generados después por acumulación de 4V y 1V dos veces respectivamente.

65 También puede ser posible otra reducción de componentes si se estudia la función de probabilidad de energía de salida. Si el amplificador, por ejemplo, se usa para seguir una señal de amplitud WCD-MA no es probable que se requiera la energía máxima de salida constantemente. Esto significa que no hay necesidad de llenar todas las líneas de transmisión del circuito con la energía máxima y el número de líneas de transmisión puede reducirse sin la degeneración de la señal.

Además de la aplicación de Eliminación y Restauración de Envolvente (EER) que se mencionó anteriormente, en la que se utiliza el amplificador para modular en amplitud una portadora de frecuencia de microondas también se puede usar para generar formas de onda arbitrarias que alimentan equipos de audio u otras cargas coincidentes.

5 Este tipo de amplificador Buck-Boost derivado puede en un caso especial también ser usado como un convertidor CC/CC al establecer el voltaje de salida deseado a un valor fijo (por ejemplo, + 5,0 VCC). Parcialmente haciendo coincidir o no coincidir las impedancias  $Z_0$  de las líneas de transmisión para cargar impedancia, se puede mover un polo hacia arriba en la frecuencia o retirarse completamente en el control de la función de transferencia de salida.  
10 Esto puede hacer el ancho de banda más amplio de control de convertidor de CC/CC y que haya una respuesta más rápida de los pasos a los cambios de carga.

Se puede ver una aplicación de radio transmisor 600 en la figura 6 y con salidas de voltaje mostradas en la figura 7 que ilustran un radiotransmisor de energía impulsada con portadora generada en modo de conmutación. El circuito comprende una entrada 603 de fuente conectada a tierra mediante un condensador 602. Un primer conmutador S1604 controla la aplicación del voltaje de fuente a una línea de transmisión 605 y un conmutador S2 601 de generación de portadora/modulación de fase también está conectado a la línea de transmisión. Un tercer conmutador S3 607 está dispuesto para controlar la salida a una antena 608. Opcionalmente, puede estar dispuesto un filtro 606 de paso bajo antes de la antena. El voltaje ( $V_{OUT}$ ) de salida se alimenta en una antena 608. Los primeros cuatro impulsos corresponden a una secuencia 4QAM de datos (AM=1 PM=0°, AM=1 PM=180°, AM=2 PM=0°, AM=2 PM=180°).

Un ciclo de funcionamiento que se muestra en la figura 6 se describe con texto a continuación:

25 Al arrancar, el conmutador S2 601 está apagado y el conmutador S3 607 está encendido.

Modulación de amplitud (estado encendido Buck-Boost) 701

$t = 0$

30 El conmutador S1 604 es encendido. Una onda de voltaje positivo de 1V (con círculos azules) se propaga en la línea 605 de transmisión.

$t = 1,5t_d$

35 Dado que el coeficiente  $\Gamma$  de reflexión es -1, en el extremo lejano de la línea de transmisión la onda de voltaje de 1V se verá reflejada totalmente en el conmutador cerrado S3 607, pero con polaridad opuesta, y se propagará hacia el extremo de entrada de la línea 605 de transmisión.

$t = 2,5t_d$

40 El conmutador S1 604 se mantiene encendido. Dado que el coeficiente  $\Gamma$  de reflexión es -1, en el extremo de entrada de la línea de transmisión (el  $C_{IN}$  602 tiene muy baja impedancia en  $f = 1/T$ ) la onda de voltaje de 1V se refleja totalmente en el  $C_{IN}$  602 y en consecuencia se añade a la onda de voltaje previa.

$t = 3,5t_d$

45 La onda de voltaje se refleja una segunda vez en el conmutador S3 607 para obtener una onda de 2V.

Generación de portadora/modulación de fase (sin Buck-Boost equivalente) 702

$t = 4,5t_d$

50 El conmutador S1 604 ahora se ha cerrado y el conmutador S2 601 se enciende y se apaga a una frecuencia alta (GHz típicos) para generar una portadora de radio. Si el conmutador S2 601 está encendido, la polaridad original se mantendrá ([+ 2VCC] • [+1]). Si el conmutador S2 601 está apagado se cambiará la polaridad inicial ([+ 2VCC] [-1]). La fase de modulación se genera también durante este estado.

55 La fase de portadora puede ser conmutada 180° simplemente invirtiendo la señal S2 601 de puerta. Sin embargo, se pueden conseguir desplazamientos de fase más finos retrasando la señal de puerta relativa a una frecuencia superior de sistema de reloj.

Transmitir (estado Buck-Boost de dar vueltas libremente) 703

$t = 5,5t_d$

60 El conmutador S3 607 de silencio (mute) de antena se apaga y la señal de radio se alimenta en la antena mientras el conmutador S2 601 sigue funcionando. La señal de radio se filtra en un filtro 606 de paso bajo coincidente para cortar armónicos de portadora de onda cuadrada.

$t = 6t_d$

65 Ahora una señal modulada de amplitud/fase de  $2t_d$  de longitud se ha transmitido 704.

En general, el diagrama de circuito es similar al que se discutirá más adelante en este documento para la conversión CC/CA (en relación a la figura 13). Durante la conversión CC/CA la polaridad que cambia el conmutador S2 601 se opera a una magnitud inferior en frecuencia que los conmutadores restantes. Por el contrario, la polaridad que cambia el conmutador S2 601 se opera a una frecuencia más alta que el resto de los conmutadores en la aplicación de radio descrita en esta parte.

Este circuito derivado Buck-Boost se puede usar para formar un sistema de radio integrado con las funciones tanto de conversión CC/CC como de mezclador de microondas. El voltaje  $V_{IN\_DC}$  603 de CC de entrada puede ser por ejemplo una célula pequeña de batería. Si el voltaje de CC cae, cuando la célula de la batería se descarga gradualmente con el tiempo, se puede ser compensar mediante manteniendo el conmutador S1 604 encendido por más tiempo hasta que se obtiene la amplitud deseada.

Además, el cable de la antena puede estar integrado en el circuito de conversión/mezclador de energía al permitir que tanto el conmutador S1 604 (modulador de amplitud) como el conmutador S2 601 (modulador de generador de portadora/fase) se sitúen en el extremo de entrada de la línea 605 de transmisión como se presenta en figura 6.

Este sistema de radio de baja cantidad de componentes puede ser usado por ejemplo en aplicaciones de RFID, donde el tamaño es crucial. También se puede usar en otras aplicaciones de transmisor de radio y suministrar sobre todo alta eficiencia de sistema, ya que la energía de CC de entrada se convierte en energía de RF con un número mínimo de etapas de conmutación. Alternativamente, la figura 14A muestra ciertas realizaciones de una solución que permite la energía continua de salida de transmisor de radio QAM. La configuración que se muestra en la figura 14A permite poner en paralelo varias líneas de transmisión para obtener una energía continua de salida. Un conmutador S1 1402 de circuito que controla una conexión de fuente 1401 de voltaje a una línea TL 1407 de transmisión. La línea 1407 de transmisión está en el otro lado conectada a un segundo conmutador S2 1408. El segundo conmutador S2 1408 está conectado a tierra. Un tercer conmutador 1405 está conectado entre la línea 1407 de transmisión y una antena 1403. La configuración que se muestra en la figura 14B permite el uso de cable de antena como dispositivo de almacenamiento de energía. Como en la figura 14A, un primer conmutador S1 1402 controla una fuente 1401 de voltaje y está conectado a una línea 1407 de transmisión. Un tercer conmutador S3 1409 está conectado entre el lado lejano de la línea 1407 de transmisión y tierra. Un segundo conmutador S2 está conectado entre la línea 1407 de transmisión y tierra en el lado de la fuente de voltaje. La antena 1404 está conectada entre la línea 1407 de transmisión y el tercer conmutador 1409.

Como ya se ha mencionado anteriormente, una energía de salida continua puede conseguirse mediante la conexión de varias líneas de transmisión en paralelo.

Varios voltajes de entrada de CC también se pueden usar para alcanzar el voltaje de salida deseada más rápido que con un único voltaje de entrada de CC. Esto hará una resolución más fina de los niveles de amplitud de salida. Si los voltajes de entrada de CC se distribuyen con una escala descendente (por ejemplo, 8V, 4V, 2V y 1V) el modulador de amplitud puede ser conectado directamente a una secuencia de datos binarios en serie.

En una realización alternativa de este ejemplo de generación de portadora de radio, la portadora puede también ser generada mediante una falta de coincidencia controlada de impedancia de línea de transmisión e impedancia de antena. Esto hará que sea posible retirar el conmutador de generador de portadora del ejemplo anterior. Sin embargo, esto posiblemente producirá, dependiendo de la elección de la configuración de componentes, una amplitud de descomposición en los impulsos de salida, pero con la información de amplitud mantenida. Para algunas aplicaciones esto es suficiente para proporcionar un enlace adecuado de comunicación de radio entre dispositivos de comunicación.

Se puede usar una solución de acuerdo con la presente invención para proporcionar una respuesta más rápida que las soluciones de convertidor CC/CC convencionales, por ejemplo para el arranque coincidente desde el modo de suspensión. Los convertidores Buck/Boost de líneas de transmisión descritos previamente tienen propiedades que los distinguen de sus homólogos Buck/Boost convencionales. Una de ellas es el hecho de que la línea de transmisión de almacenamiento de energía ha definido características de impedancia que pueden no ser encontradas en un inductor de energía convencional. La impedancia característica se puede usar para transferir energía muy rápido dentro o fuera de la línea de transmisión. Por ejemplo, una línea de transmisión agrupada con un número entero  $N$  de elementos discretos LC en serie tendrá un tiempo  $t_d(s)$  de propagación de  $N\sqrt{LC}$ .

El tiempo de propagación rápida de las ondas de voltaje y corriente se puede usar para arrancar un convertidor CC/CC más rápidamente que si se usara un inductor de energía convencional. Esto permitirá que los convertidores CC/CC vayan más a menudo a y permanecen más tiempo en el modo de suspensión, para disminuir sobre todo el consumo total de energía del sistema (sistema de radio/sistema de procesador u otro tipo de sistema eléctrico que requiera voltajes de CC).

En el modo de suspensión se usa una segunda línea de transmisión para almacenar la energía de arranque requerida. No existen ondas de voltaje o de corriente moviéndose en este estado. La energía se almacena como voltajes de CC en elementos capacitivos de la línea de transmisión.

En el arranque, un tercer conmutador conecta las dos líneas de transmisión juntas. Una onda de voltaje y de corriente empezará a propagarse en la línea de transmisión del convertidor. Dado que la impedancia característica coincide, toda la energía se transfiere a la línea de transmisión de convertidor después de un intervalo  $t_d$  de tiempo. Obsérvese que esta función requiere un conmutador lateral alto que bloquee tanto los voltajes positivos como los negativos; por ejemplo, dos transistores acoplados en serie con diodos de cuerpo en dirección opuesta.

La proporción entre los valores de inductor/condensador de filtro de salida tendrá impacto del nivel requerido de carga de voltaje de CC en los elementos capacitivos de líneas de transmisión. Si  $C_{OUT}$  es grande, el nivel de voltaje de CC tiene que ser alto. Si  $C_{OUT}$  es pequeño ( $X_C(f) // R_{LOAD} \approx Z_0 @ f = 1/t_d$ ) el nivel de voltaje de CC adopta el voltaje de CC de salida deseado.

Una variación del modo de arranque coincidente es el modo de suspensión coincidente correspondiente. Como se sugirió anteriormente, la energía almacenada en la línea de transmisión del convertidor puede ser transferida muy rápidamente a otro componente eléctrico con impedancia característica coincidente. Esto también puede usarse para apagar el voltaje de salida de un convertidor CC/CC. Si la energía del filtro de salida puede ser desperdiciada, y sólo se requiere un tiempo rápido para apagar el voltaje de salida, el nodo  $L_x$  de conmutación puede terminarse directamente con una resistencia  $R = Z_0$ . La energía de la línea de transmisión del convertidor será drenada totalmente durante un intervalo  $t_d$  de tiempo, es decir, una fracción de tiempo del período de frecuencia de conmutación. La energía del filtro de salida también puede ser alimentada de vuelta a la fuente de voltaje de entrada mientras se mantenga el tiempo rápido de cierre del voltaje de salida.

En funcionamiento en estado estacionario la línea de transmisión del convertidor se usa como un inductor convencional de energía para filtrar el voltaje de CC de entrada modulada de anchura de impulso. Una segunda línea de transmisión, con impedancia característica coincidente, se separa de la primera con un tercer conmutador (o diodo) durante el funcionamiento en estado estacionario.

El modo de suspensión, transferencia rápida de energía de la línea de transmisión del convertidor

En el apagado, el tercer conmutador conecta las dos líneas de transmisión juntas. Una onda de voltaje y de corriente se empezará a propagar en la segunda línea de transmisión. Dado que la impedancia característica es coincidente, toda la energía se transfiere a la segunda línea de transmisión después de un intervalo de tiempo  $t_d$ . Obsérvese que esta función requiere un conmutador lateral bajo que bloquee voltajes tanto positivos como negativos. Por ejemplo, dos transistores acoplados en serie con diodos de cuerpo en dirección opuesta.

Modo de suspensión, retroalimentación lenta de energía para introducir voltaje de entrada

Durante este estado, la energía de la segunda línea de transmisión se retroalimenta a la fuente de voltaje de entrada. Los giros libres de corriente de la línea de transmisión cortocircuitada terminan lejos. Se disminuye linealmente debido al voltaje de CC de entrada fijado. Obsérvese que no es necesario esperar a que esta corriente llegue a cero. El convertidor puede reiniciarse inmediatamente después de que se haya iniciado el modo de suspensión. La corriente de libre giro de la segunda línea de transmisión estará entonces alimentando tanto la fuente de voltaje de entrada como la línea de transmisión del convertidor de energía. Sin embargo, no está permitido un segundo apagado hasta que la corriente de giro libre haya llegado a cero. Si esto se ejecuta saldrá una onda no deseada en la línea de transmisión del convertidor.

La secuencia rápida de arranque descrita anteriormente se puede combinar con la secuencia rápida de modo de suspensión. Pueden ser usados juntos para arrancar y apagar convertidores de energía (por ejemplo, CC/CC, CC/CA, CA/CC, CA/CA...) en fracciones de tiempo del período de frecuencia de conmutador en estado estacionario. Esto no se puede hacer cuando se usa un inductor convencional de energía.

El convertidor de retroalimentación usado para apagar puede, por ejemplo, ser usado para generar el nivel requerido de voltaje de CC para cargar previamente elementos capacitivos con energía, que puede usarse para una secuencia de arranque.

La figura 8 muestra una instalación de aplicación con un amplificador derivado 804 de Buck-Boost de acuerdo con la presente invención. El amplificador se usa para proporcionar un voltaje modulado a una carga. Los convertidores CC/CC 801, 802, 803 convencionales se usan para proporcionar un número de niveles adecuados (base) de CC de voltajes a un amplificador 804 de acuerdo con la presente invención, que puede combinar los voltajes (base) de CC de los convertidores convencionales para proporcionar la energía adecuada a la carga, en este caso un módulo de RF para proporcionar una portadora 806 y 807 de amplitud y fase moduladas en un dispositivo de comunicación.

Hay algunas ventajas de usar la solución como un amplificador derivado Buck-Boost de acuerdo con la presente invención:

- Mediante el uso de una línea de transmisión (o medio de propagación de onda similar), con impedancia

característica igual a impedancia PA 805 de suministro, toda la energía de los componentes inductivos y capacitivos puede ser consumida en cada ciclo de modulación.

5 - El tiempo de subida y caída del voltaje de salida está consecuentemente limitado al tiempo de encendido/apagado del elemento de conmutación y no las características del filtro de salida de un convertidor CC/CC convencional.

10 Las realizaciones de la presente invención que proporcionan un transformador de resonador circular se muestran en las figuras 9 - 12. La línea 903, 1001, 1101 y 1201 de transmisión puede ser vista como un resonador, y al conectar varios resonadores en un bucle circular (figuras 10 - 12) o triangular (figura 9) y distribuir la carga 906 en al menos dos puntos de conmutación 902, 904 o 905 a lo largo de este bucle, se puede formar y mantener una onda estacionaria de rotación en el circuito. Mediante propulsión secuenciada del conector de energía de entrada y en el POL entorno a la red, esto se puede iniciar. Posiblemente la conmutación 902 de entrada puede quedar cerrada tras el arranque y aún así mantener la onda estacionaria. Esto conducirá a una operación de modo de conmutación intermitente con las pérdidas de conmutación reducidas.

15 Generalizando lo argumentado anteriormente, la red triangular se puede contemplar como un disco circular y formado, como se muestra en la figura 10, con un disco circular 1001 con un agujero 1002 en la parte central del disco. Se muestra en la figura 11 aún otra variación de este tema en la que el agujero central se puede omitir y, de este modo, se dispone una zona de resonancia. Opcionalmente, este resonador puede ser alimentado desde el centro. En aún otra variación de esta solución mostrada en la figura 12, al introducir una línea 1202 de retardo A/3, el tercer conmutador de sollicitación puede ser omitido.

20 Opcionalmente, cualesquiera pérdidas internas (y la sollicitación de rotación) pueden ser suministradas por un campo magnético externo manteniendo, de este modo, la onda circular sin conmutación de entrada/salida.

25 Usando una solución que funciona sólo con el modo de sobre muestreo, se puede mostrar varias aplicaciones diferentes:

- 30
1. OVS de convertidor CC/CA
  2. OVS de generador de forma de onda
  3. OVS de conversión CA/CC
- 35
4. OVS de corrección de factor de energía
  5. OVS de amplificador
  6. OVS de amplificador de energía continua
- 40

Los convertidores de energía también pueden hacerse funcionar al combinar procedimientos de sub muestreo (SUS) y de sobre muestreo (OVS), proporcionando:

- 45
1. SUS/OVS de convertidor CC/CA
  2. SUS/OVS de generador de forma de onda
  3. SUS/OVS de conversión CA/CC
- 50
4. SUS/OVS de corrección de factor de energía
  5. SUS/OVS de amplificador
  6. SUS/OVS de amplificador de energía continua
- 55

La figura 13 muestra un circuito que puede ser usado como convertidor CC/CA, convertidor de forma de onda, conversión CA/CC y corrección de factor de energía usando la técnica OVS. El circuito comprende una entrada eléctrica 1301 conectada a un primer conmutador (o puerta) S1 1302. Además, una línea TL 1305 de transmisión está conectada en paralelo a un segundo conmutador S2 1303 a su vez conectado a una capacitancia 1304. Tanto la línea de transmisión como la capacitancia están conectadas a tierra. Un tercer conmutador opcional está situado entre la línea de transmisión y tierra. También conectado al segundo conmutador está una salida 1307 conectable a una carga. Este circuito convierte un voltaje de CC a un voltaje de CA con valores tanto positivos como negativos (sin componente de CC). Los conmutadores S1 1302 y S2 1303 son modulados en anchura de impulso con un patrón apropiado para mantener un voltaje de salida de onda sinusoidal. El conmutador S2 1303 se retrasa  $2t_d$  con respecto al conmutador S1 1302. Los conmutadores S1 1302 y S2 1303 funcionan con alta frecuencia (por ejemplo,  $f_{sw} = 1/4t_d$ ). El conmutador S3 1306 establece la polaridad del voltaje de salida y opera una magnitud inferior en

60

65

frecuencia que la frecuencia del conmutador S1 1302 y S2 1303.

El circuito descrito en la figura 13 también se puede usar como un generador de forma de onda, pero en este caso es modulado en anchura de impulso con un patrón diferente para generar una forma de onda de voltaje de salida arbitraria.

El mismo circuito también se puede usar para rectificar el voltaje de CA de entrada y, opcionalmente, ajustar la amplitud de voltaje de salida cambiando el ciclo de trabajo de los conmutadores S1 1302 y S2 1303. El conmutador S2 1303 se retrasa  $2t_d$  con respecto al conmutador S1 1302. Los conmutadores S1 1302 y S2 1303 funcionan a una alta frecuencia (por ejemplo,  $f_{sw} = 1/4t_d$ ). El conmutador S3 1306 establece la polaridad del voltaje de salida y opera una magnitud inferior en frecuencia que la frecuencia de los conmutadores S1 1302 y S2 1303.

El circuito puede también ser usado como un convertidor CA/CC, que rectifica simultáneamente el voltaje 1301 de entrada y lo convierte en un voltaje de salida CC. Los conmutadores S1 1302 y S2 1303 son modulados con anchura de impulso con un patrón apropiado para mantener un voltaje de salida constante de CC. El conmutador S2 1303 se retrasa  $2t_d$  con respecto al conmutador S1 1302. Los conmutadores S1 1302 y S2 1303 funcionan a una alta frecuencia (por ejemplo,  $f_{sw} = 1/4t_d$ ). El conmutador S3 1306 rectifica el voltaje 1301 de entrada y opera una magnitud inferior en frecuencia que la frecuencia de los conmutadores S1 1302 y S2 1303. La técnica normal para la conversión CA/CC es usar un rectificador de diodo en serie con un convertidor Buck. Si se usa un rectificador de diodo de onda media se requiere un número total de 4 semiconductores. Si se usa el voltaje completo de entrada se requiere un rectificador de diodo de onda completa que da un total de 6 semiconductores.

En todavía otro ejemplo de uso de este circuito, un controlador de PWM cambia continuamente los ciclos de servicio de los conmutadores S1 1302 y S2 1303 para mantener una corriente sinusoidal de entrada, independientemente de la corriente de carga en  $R_{LOAD}$ . Esto se consigue mediante la detección del voltaje de entrada y la corriente en un bucle de retroalimentación de control. Los primeros convertidores (S1 1302, S21303, S3 1306, TL 1305,  $C_{OUT}$  1304) tienen un voltaje  $V_{OUT\_INT}$  de salida intermedia no regulada que se alimenta en un convertidor CC/CC situado en la salida del circuito con un voltaje  $V_{OUT\_DC}$  de salida fijado. El conmutador S2 1303 se retrasa  $2t_d$  con respecto al conmutador S1 1302. Los conmutadores S1 1302 y S2 1303 funcionan a una alta frecuencia (por ejemplo,  $f_{sw} = 1/4t_d$ ). El conmutador S3 1306 rectifica el voltaje 1301 de entrada y opera una magnitud inferior en frecuencia a la frecuencia de los conmutadores S1 1302 y S2 1303.

Hay que señalar que la palabra "comprende" no excluye la presencia de otros elementos o pasos diferentes a los aludidos, y que las palabras "un" o "una" precediendo a un elemento no excluyen la presencia de una pluralidad de tales elementos. Además, debe tenerse en cuenta que cualquier signo de referencia no limitan el alcance de las reivindicaciones, que la invención puede ser al menos en parte implantada por medio de equipo físico informático como de equipo lógico informático, y que varios "medios" o "unidades" pueden ser representados por el mismo artículo de equipo físico informático.

Las formas de realización anteriormente mencionadas y descritas sólo se dan como ejemplos y no deben ser limitantes para la presente invención. Otras soluciones, usos, objetivos y funciones dentro del alcance de la invención como se reivindica en las reivindicaciones de patente que se describen posteriormente deben ser evidentes para el experto en la técnica.

#### Abreviaturas y definiciones

CA	Corriente alterna
Boost	Convertidor CC/CC de paso de subida, $V_{IN\_DC} < V_{OUT\_DC}$
Buck	Convertidor CC/CC de paso de bajada, $0 < V_{OUT\_DC} < V_{IN\_DC}$
Buck-Boost	Convertidor de polaridad invirtiendo paso de subida/paso de bajada de CC/CC
D	Ciclo de servicio (%) de la señal de PWM
DA	Digital/analógico
CC	Corriente continua
EER	Eliminación y restauración de envoltorio
Lx	Nodo de conmutador o circuitos de convertidor de paso de subida
LSB	Bitio menos significativo
OVS	Sobre muestreo
PA	Amplificador de energía
PFC	Corrección del factor de energía
POL	Punto de carga
PWM	Modulador de anchura de impulso
QAM	Modulación de amplitud de cuadratura
TL	Línea de Transmisión
SUS	Sub muestreo
UPS	Suministro de energía no interrumpible
WCDMA	Acceso múltiple de división de código de banda ancha

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de conversión de energía eléctrica, que comprende:

- 5 - al menos una entrada (201, 301) de fuente eléctrica;
- al menos dos puertas eléctricas (202, 204, 302, 304);
- 10 - al menos un medio (205, 306) de propagación de onda eléctrica; y
- al menos una salida eléctrica (209, 305) conectable a una carga de salida de recepción;

15 en el que un voltaje de la fuente eléctrica se aplica al medio de propagación de onda eléctrica a través de una primera puerta (202, 302) durante una duración de tiempo que supera el tiempo de propagación de onda a través del medio (305, 306) de propagación de onda eléctrica hasta un extremo del medio de propagación de onda eléctrica y de vuelta a la fuente eléctrica, es decir,  $2t_d$ , acumular una onda eléctrica que viaja en el medio de propagación de onda eléctrica y la onda eléctrica acumulada de retorno se controla en la salida eléctrica con una segunda puerta (204, 304) y en el que las puertas primera y segunda están en una posición de conducción sustancialmente separadas entre sí en el tiempo.

20 2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las puertas primera y segunda están ambas situadas en el lateral de la fuente eléctrica del medio de propagación de onda eléctrica.

25 3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo es un amplificador de energía.

4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo es uno de entre un convertidor CC/CC, un convertidor CA/CC, o un convertidor CC/CA.

30 5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo es un transmisor (600) de radio con mezclador y generación de onda portadora.

35 6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo es un amplificador modulado que comprende una pluralidad de entradas eléctricas cada una controlada por una puerta correspondiente conectada al medio de propagación de onda eléctrica.

7. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la segunda puerta está en un estado de conducción durante una duración de tiempo más corta que  $2t_d$ .

40 8. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el medio de propagación de onda eléctrica comprende al menos un artículo de entre una línea de transmisión, una línea de micro tira, una pista de placa de circuito impresa, o un disco conductor de electricidad sustancialmente circular.

45 9. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carga de salida de recepción y la salida eléctrica del dispositivo han coincidido impedancias sustancialmente.

10. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la carga de salida de recepción y la salida eléctrica del dispositivo han coincidido impedancias.

50 11. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el que cada una de las puertas es una de un conmutador eléctrico o de un diodo.

12. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una tercera puerta dispuesta para proporcionar cambio de polaridad de la onda eléctrica que se propaga en el dispositivo.

55 13. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 12, en el que la tercera puerta está dispuesta para estar en una posición de conducción durante una duración de tiempo más corta que  $2t_d$ .

60 14. Un método para convertir una energía eléctrica usando un medio de propagación de onda eléctrica, que comprende los pasos de:

- proporcionar una fuente eléctrica al medio de propagación de onda eléctrica usando una primera puerta;
  - proporcionar la fuente eléctrica durante un tiempo que supere el tiempo de propagación de onda de la onda eléctrica resultante que viaja en el medio de propagación de onda eléctrica hasta un extremo y de vuelta a la fuente de energía eléctrica;
- 65

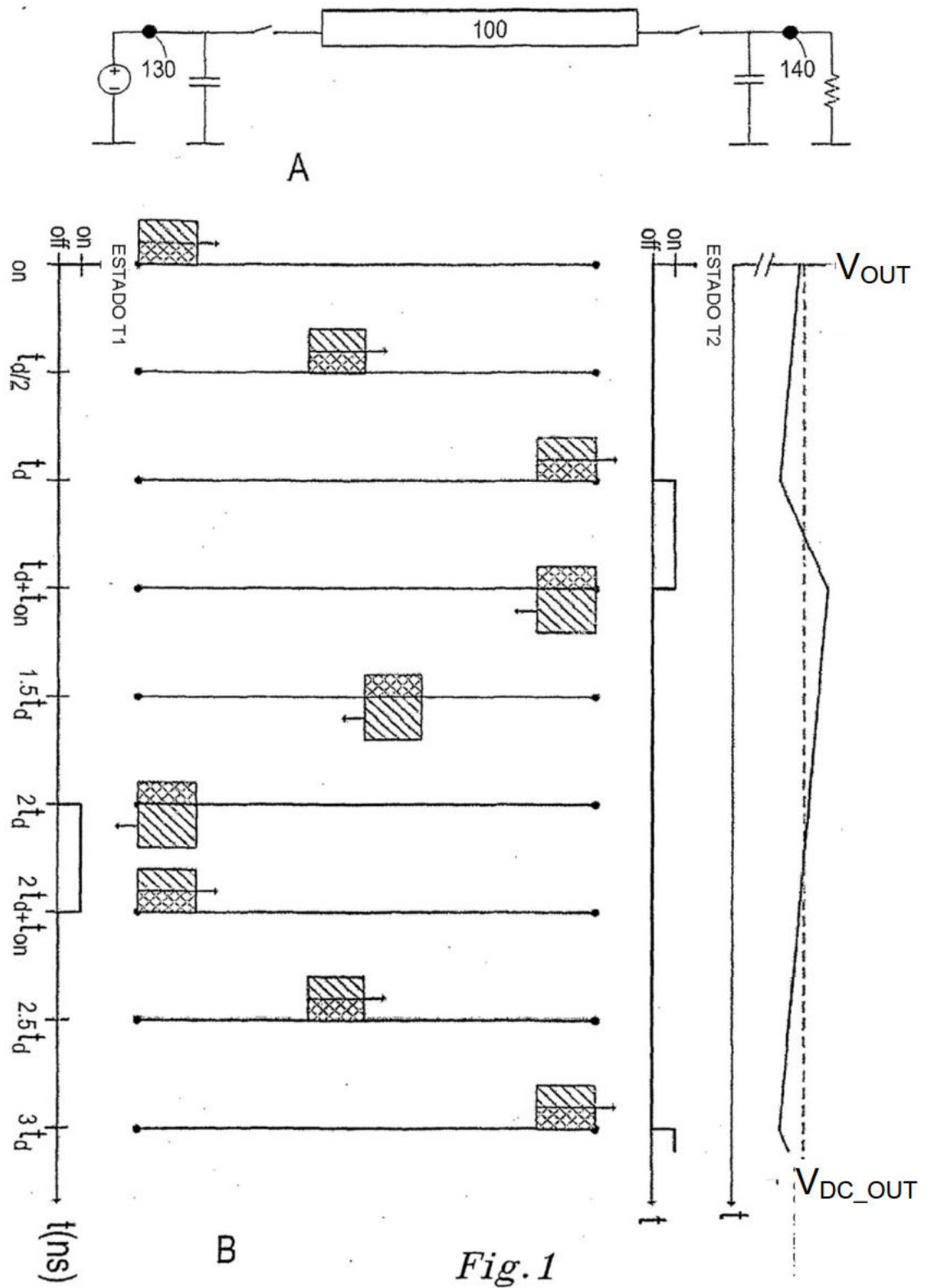
- controlar la onda eléctrica resultante en una salida eléctrica usando una segunda puerta;

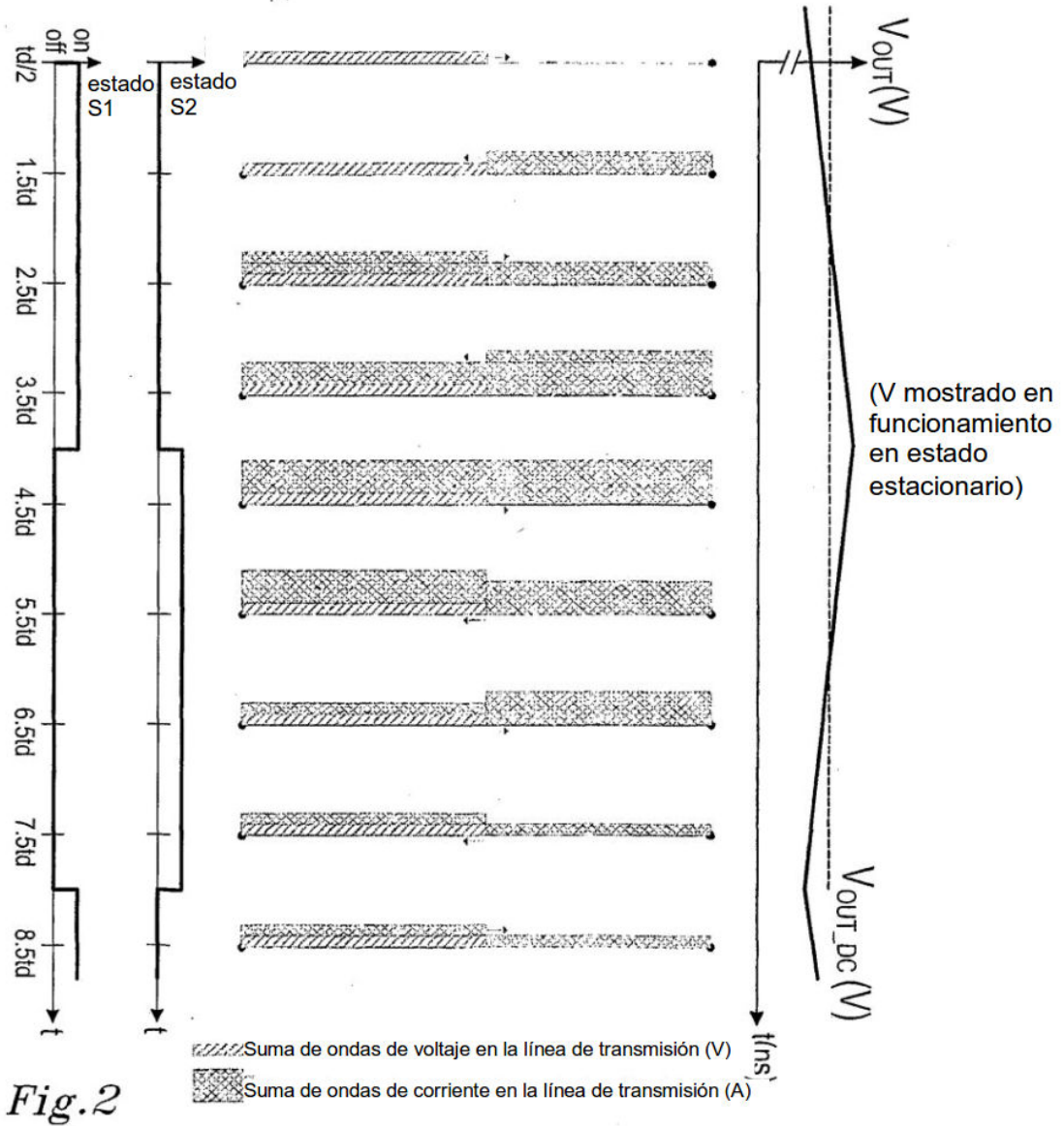
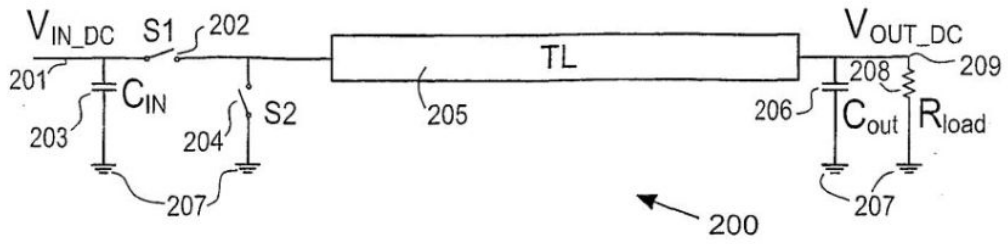
en el que las puertas primera y segunda están en una posición de encendido sustancialmente separadas entre sí en el tiempo.

5

15. Un dispositivo para la amplificación de energía continua, que comprende una pluralidad de dispositivos de acuerdo con la reivindicación 1.







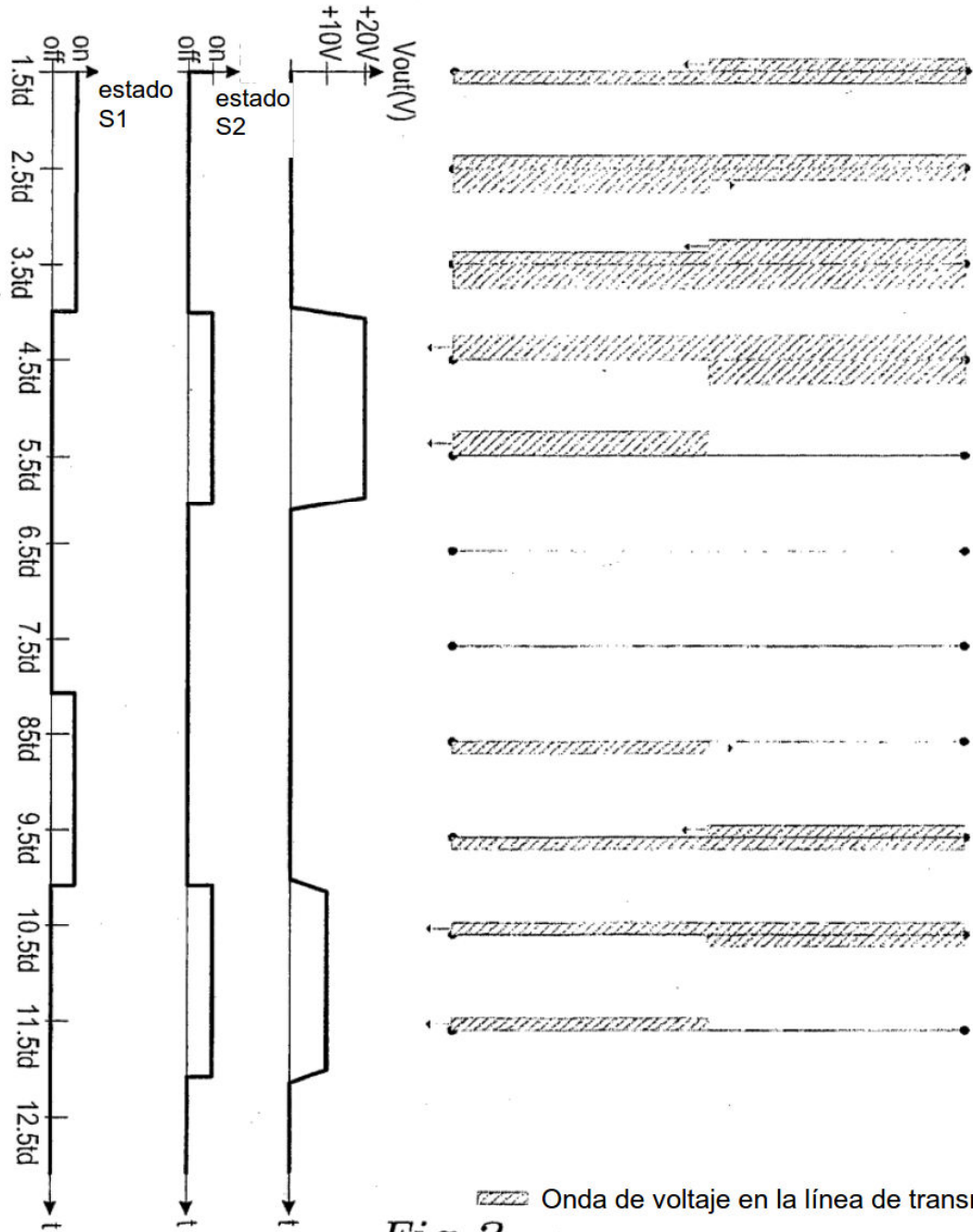
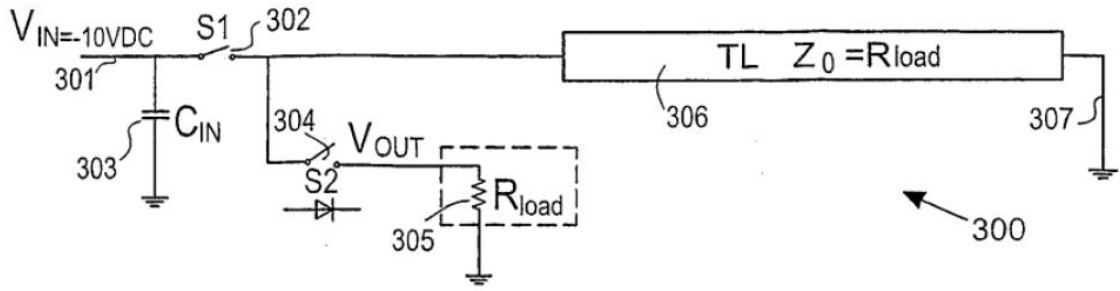


Fig.3

▨ Onda de voltaje en la línea de transmisión

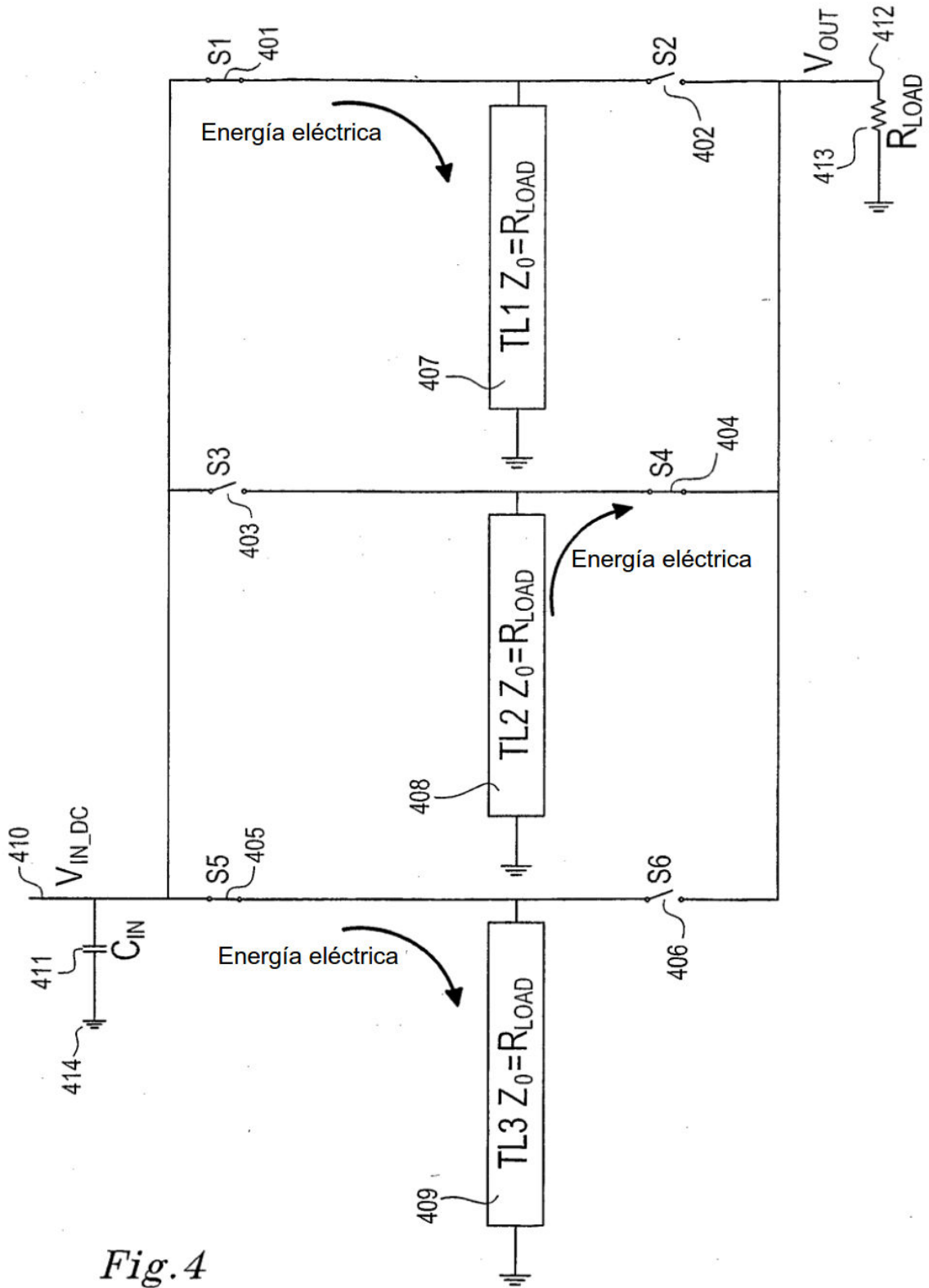


Fig.4

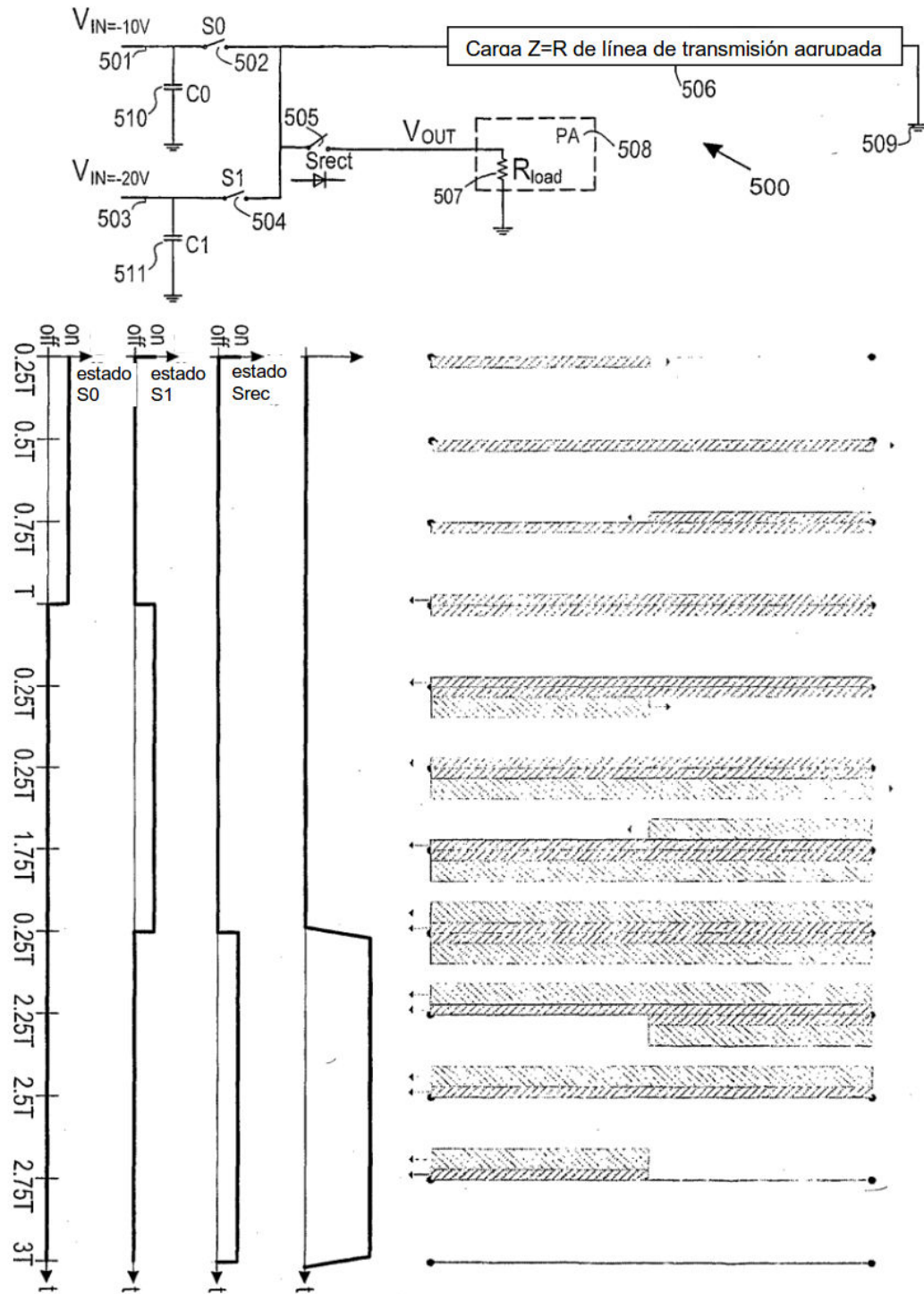
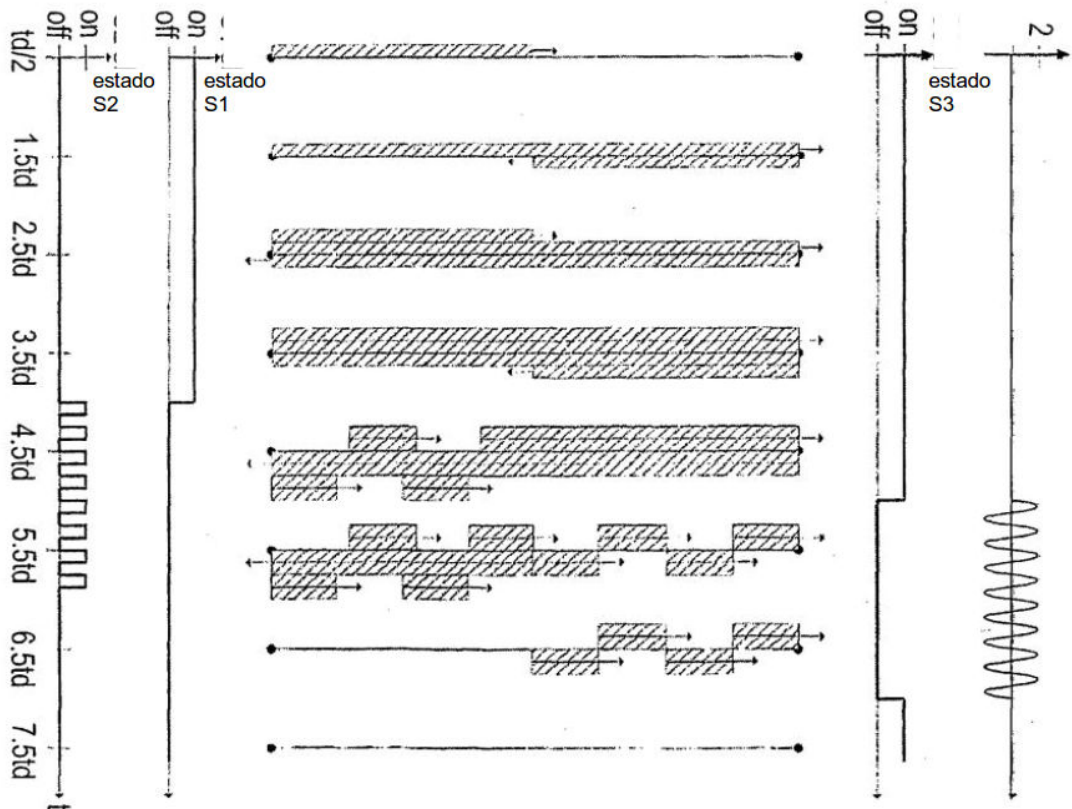
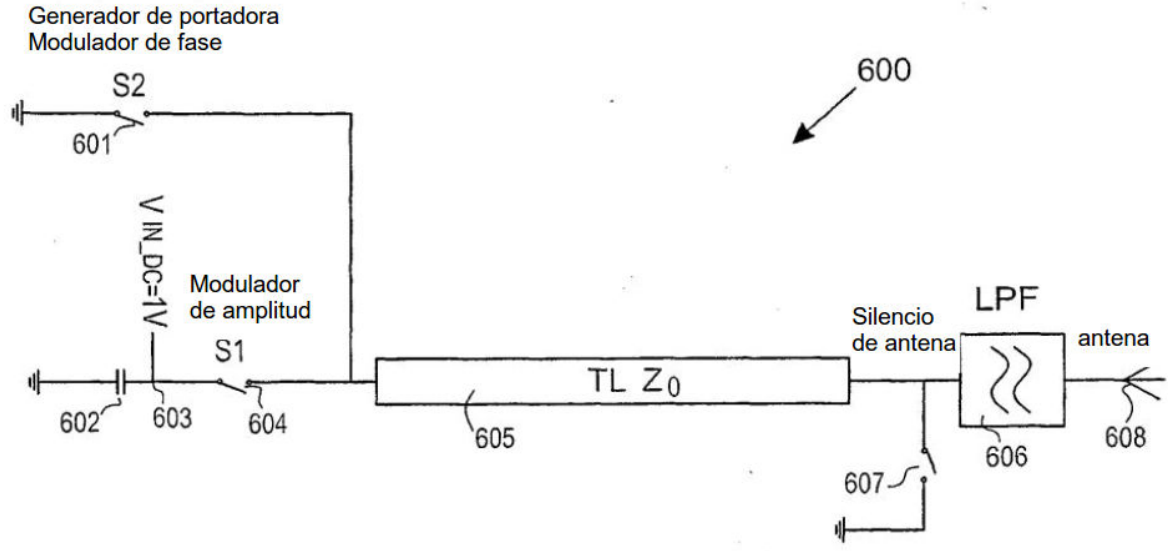


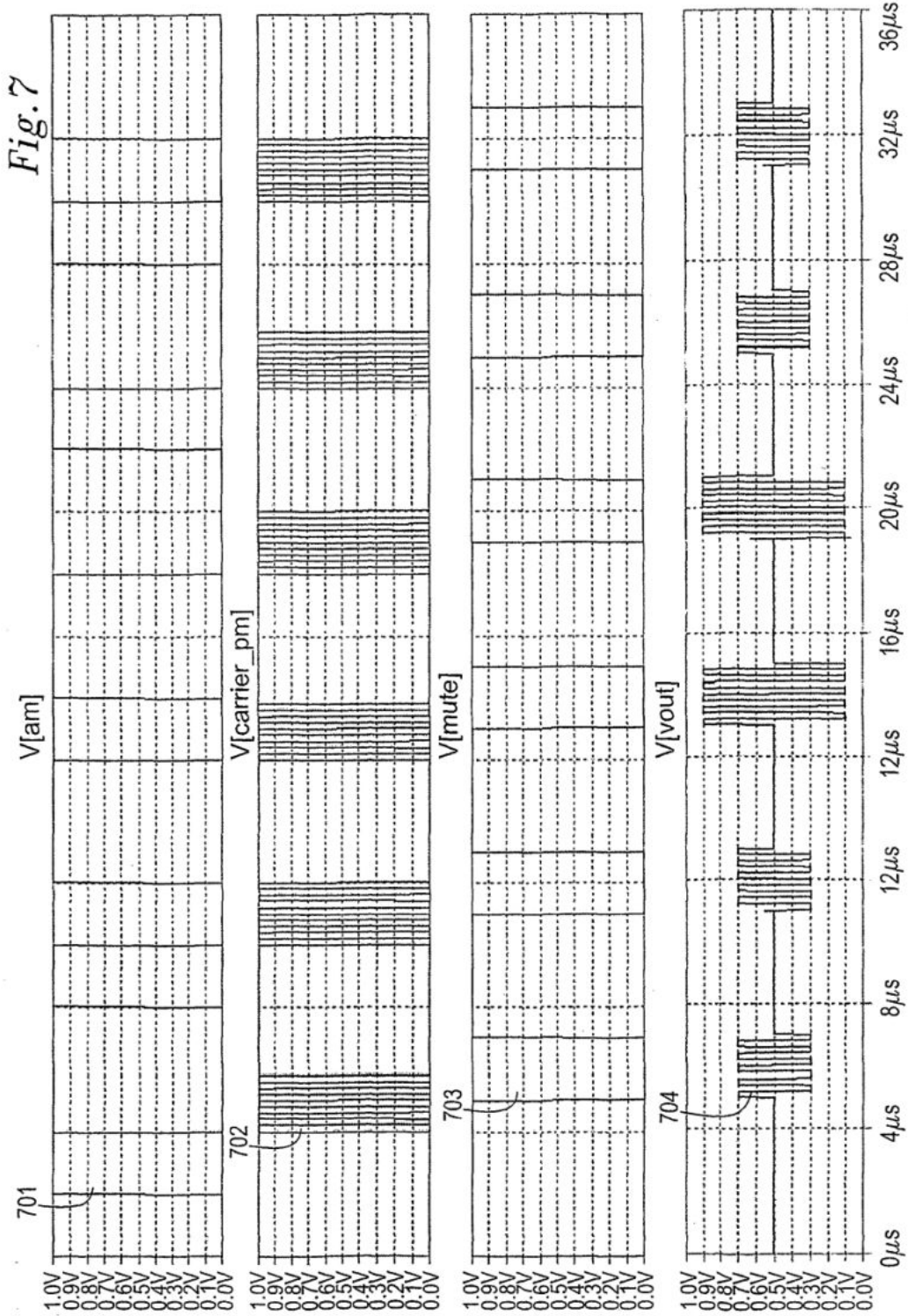
Fig.5

Onda de voltaje en la línea de transmisión, amplitud = 10V  
 Onda de voltaje en la línea de transmisión, amplitud = 20V

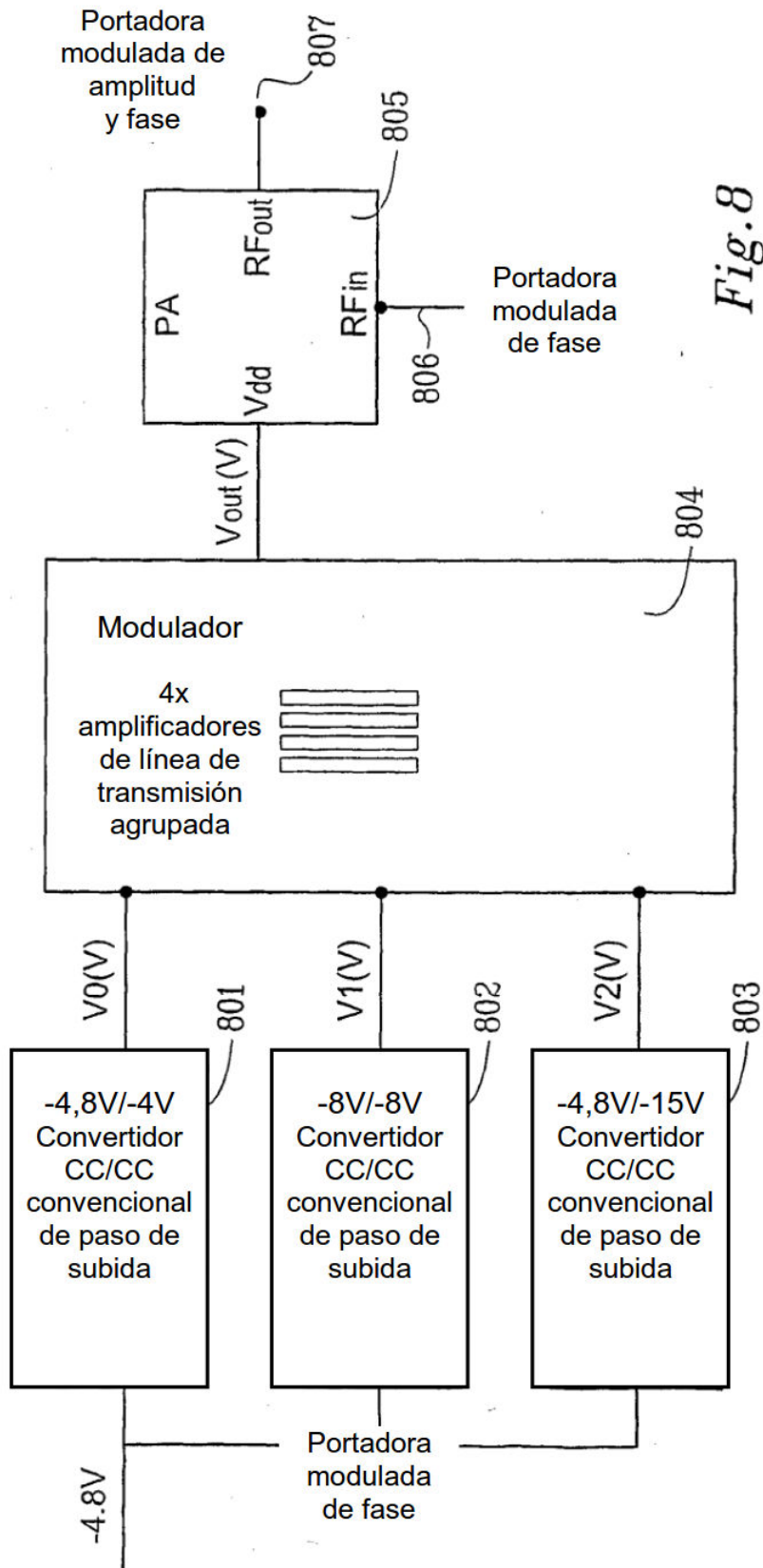


▨ Onda de voltaje en la línea de transmisión, amplitud = 1V

Fig.6



carrier = portadora  
 mute = silencio





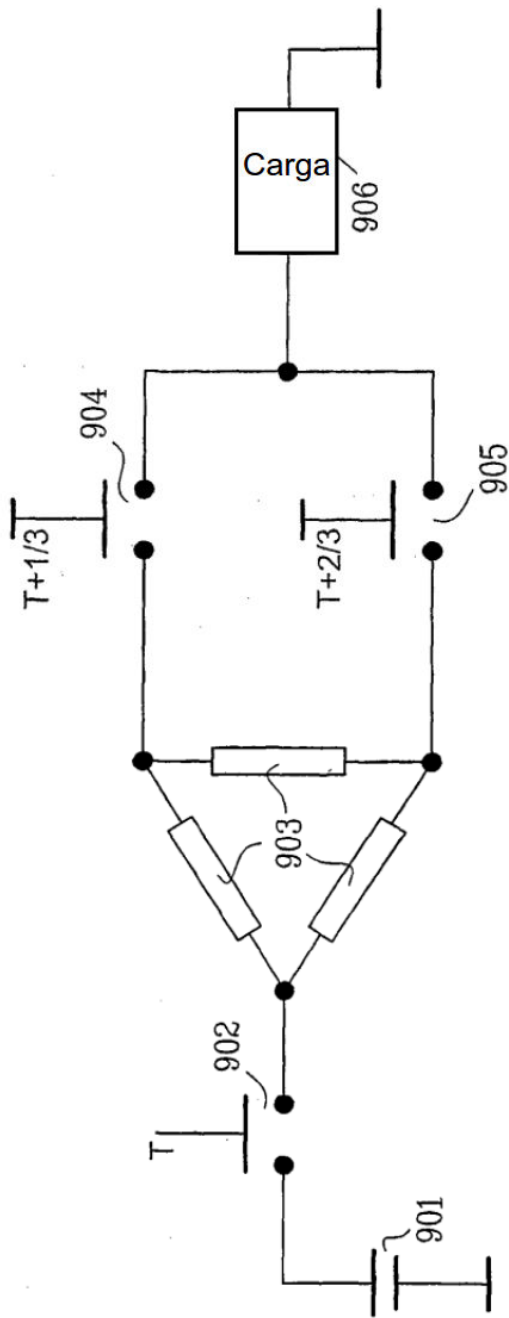


Fig. 9

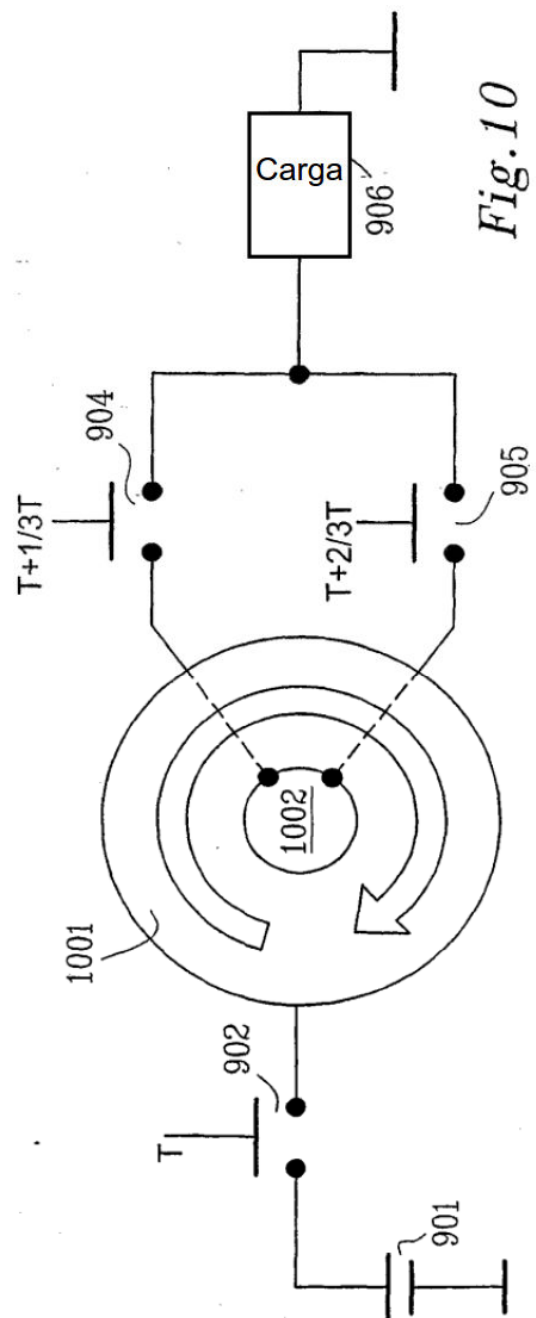


Fig. 10

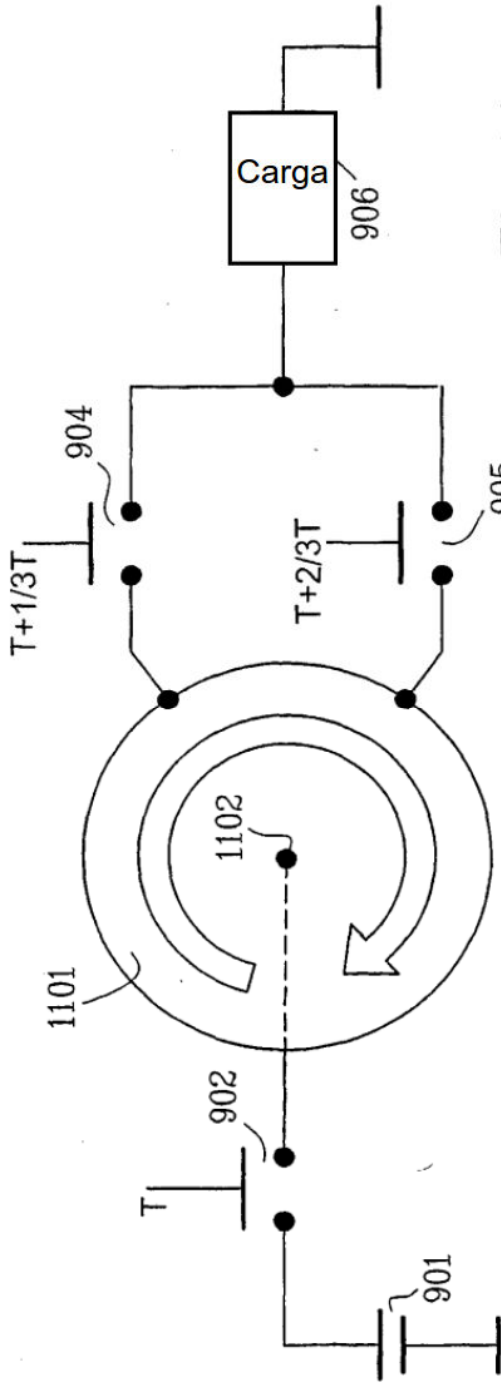


Fig. 11

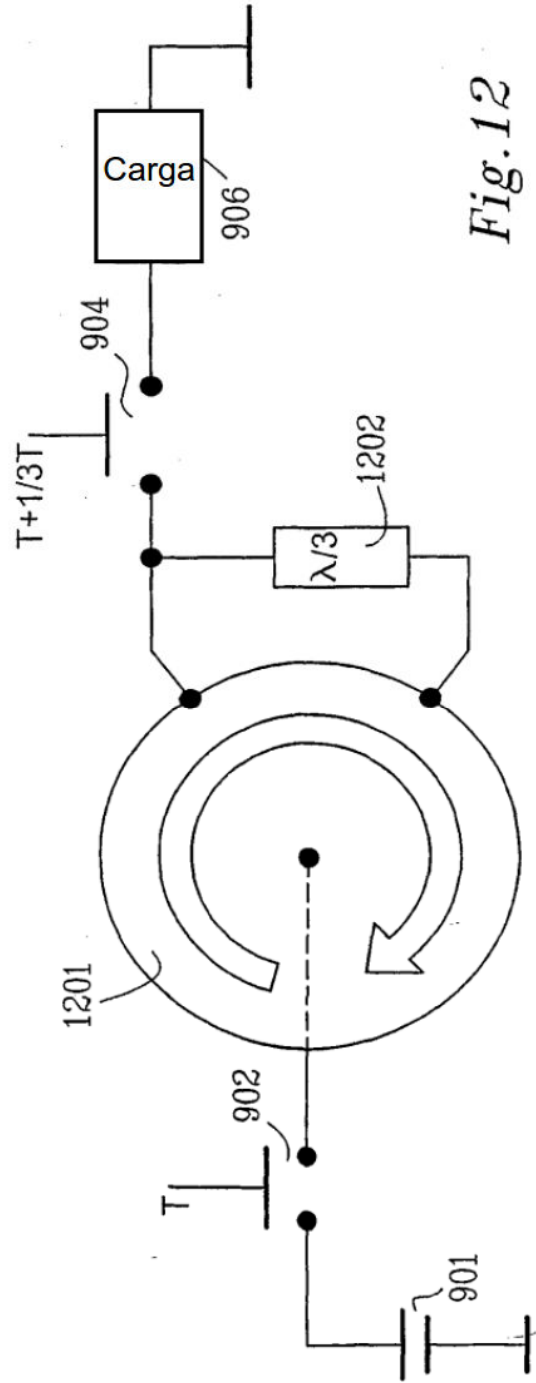
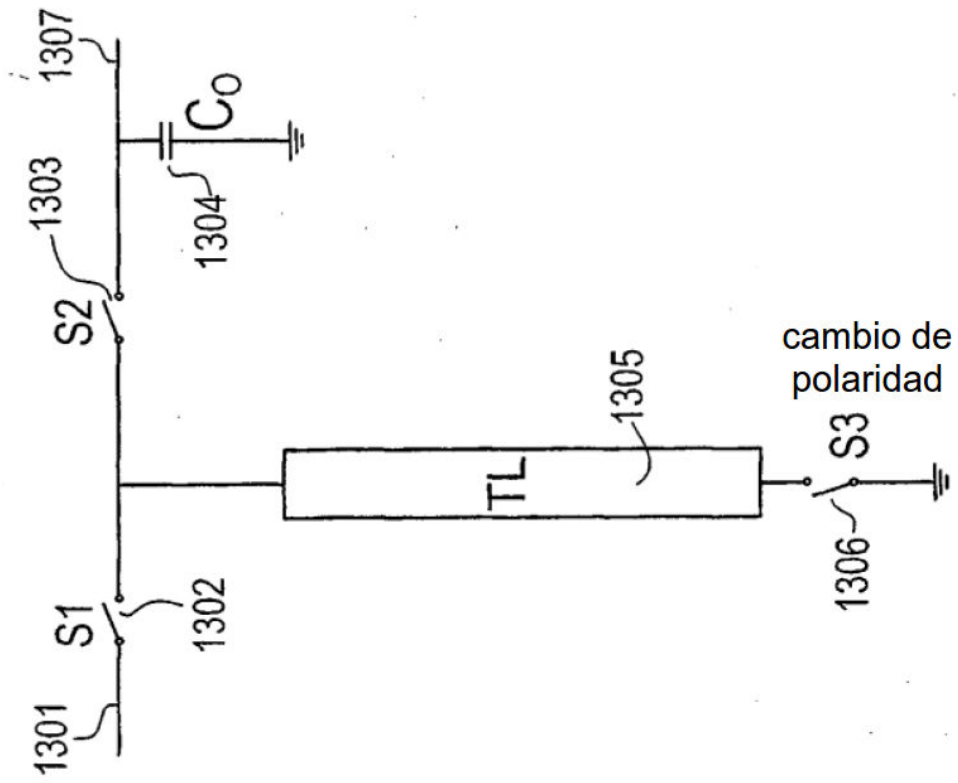


Fig. 12



*Fig. 13*

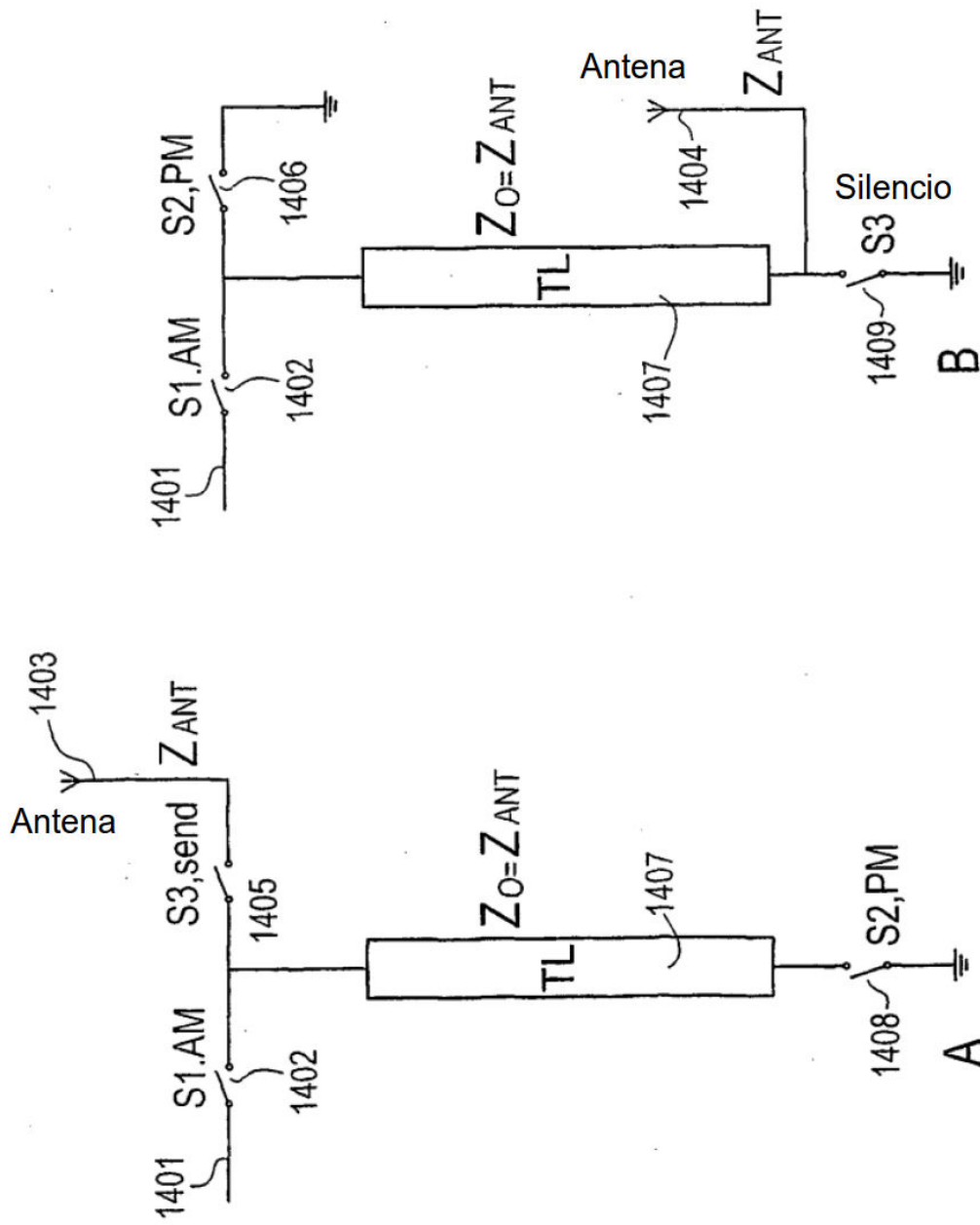


Fig. 14