



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 273 470**

51 Int. Cl.:
H04B 1/04 (2006.01)
H04L 27/04 (2006.01)
H04L 27/20 (2006.01)
H04L 27/26 (2006.01)
H03F 3/217 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **99850172 .0**
86 Fecha de presentación : **18.11.1999**
87 Número de publicación de la solicitud: **1102409**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **23.05.2001**

54 Título: **Método y aparato para generar una señal de RF.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2007

73 Titular/es:
TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (publ)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es: **Hellberg, Richard;**
Fonden, Tony y
Dalipi, Spendim

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 273 470 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

Método y aparato para generar una señal de RF.

5 **Campo técnico**

La invención se refiere a un método y a un aparato para generar una señal de RF modulada. Se refiere, especialmente, a métodos y aparatos para la modulación y la amplificación de una señal de información de frecuencia baja o media en una señal de radiofrecuencia de alta potencia.

10 **Técnica anterior**

En una estación de base de radio, hay necesidad de un amplificador de alta potencia en la sección de transmisor para proveer a cada canal de radio de suficiente potencia para alcanzar los límites exteriores de la célula que está cubriendo la estación de base.

Tradicionalmente, ha habido un equilibrio entre eficiencia y linealidad en los amplificadores de potencia de radiofrecuencia (RF). Por ejemplo, los amplificadores de tipo C son muy eficientes pero tienen una linealidad insuficiente, mientras que, por ejemplo, los amplificadores de tipo A son muy lineales pero son poco eficientes.

El desarrollo de la comunicación por radio durante los últimos años ha creado, sin embargo, una necesidad creciente de amplificadores de RF de alta potencia lineales. Una razón para esto es el uso creciente de esquemas de modulación con envolvente dependiente del tiempo, como QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura), OFDM (Modulación mediante División Ortogonal en Frecuencia), y CDMA (Acceso Múltiple mediante División de Código). Otra razón es la tendencia a emplear radio mediante múltiples portadoras (MCR).

Cuando el mismo amplificador se utiliza para la amplificación simultánea de varias señales de información moduladas en diversas ondas portadoras, o cuando se utiliza la modulación lineal, tal como QAM, se requiere una linealidad elevada, porque en este caso es esencial que todas las posiciones de fase y de amplitud de los componentes de la señal implicados se mantengan en la amplificación, porque, si muchas portadoras son amplificadas en un único amplificador, la envolvente de la señal total será dependiente del tiempo aunque no lo sean las señales individuales. Si no se alcanza la linealidad, podría producirse intermodulación entre los componentes de la señal, o podría ensancharse el espectro de la suma de las señales amplificadas, con el riesgo de interferencia con las señales de otros canales.

Por lo tanto, ha sido particularmente problemático encontrar soluciones para que, por ejemplo, las estaciones de base de MCR mantengan una elevada eficacia, debido a que los requisitos de linealidad son muy rigurosos al mismo tiempo que es necesaria alta potencia. También, la anchura de banda relativamente grande ofrece una solución para este caso particularmente difícil.

La patente sueca 507.373 del solicitante presenta un método para generar una señal de RF de alta potencia de banda moderadamente ancha (es decir, que incluye una señal de MCR) con eficacia y linealidad elevadas. En este método, se utiliza un modulador de sigma-delta para generar una señal digital a partir de una señal de información, seguido de mezcla hacia arriba y subsiguiente conmutación y filtrado de paso de banda. La modulación de sigma-delta transforma la señal analógica (o digital de múltiples niveles) en una señal que contiene solamente M niveles (preferible, pero no necesariamente, equiespaciados) mediante un procedimiento de cuantificación. El denominado ruido de cuantificación generado en este procedimiento es rechazado, luego, por un filtro de paso de banda. La amplificación es proporcionada por el procedimiento de conmutación. Trabaja de manera que la entrada del filtro de paso de banda está conectada con M potenciales eléctricos constantes diferentes por medio de M interruptores. En un momento dado, uno y solamente uno de los interruptores está cerrado, y todos los demás están abiertos. La señal de control digital (la señal de banda de base codificada en sigma-delta mezclada hacia arriba digitalmente) determina qué interruptor está cerrado.

Si se utilizan interruptores ideales (y un filtro de paso de banda ideal), el amplificador tendrá una eficacia y una linealidad del 100%. Los interruptores reales no son, sin embargo, ideales y, por lo tanto, disiparán potencia y no se obtendrá una eficacia del 100%. Se disipará potencia debido a la caída de voltaje a través del interruptor cerrado y a la corriente de pérdida a través del interruptor abierto.

Además, los interruptores tienen un tiempo de transición finito entre los estados de cerrado y de abierto. Esto llevará al problema de los transitorios de conmutación. Si, durante un cierto período de tiempo durante el transitorio de conmutación, dos interruptores están, simultáneamente, en estado de baja impedancia, entonces parecerá una fuente de alimentación casi cortocircuitada.

Si, por otra parte, durante un transitorio de conmutación, todos los interruptores están simultáneamente en un estado de alta impedancia, entonces un transitorio de voltaje será creado por el filtro de paso de banda. El filtro de paso de banda debe tener una alta impedancia de entrada para las señales de fuera de banda. Por esta razón, puede considerarse como un generador de corriente constante durante el breve intervalo de tiempo de un transitorio de conmutación. Esta corriente constante atraviesa los interruptores con alta impedancia, creando un transitorio de alto voltaje. Esto disipa la potencia transitoria, puede crear faltas de linealidad e, incluso, degradar el tiempo de vida de los

interruptores. También será más difícil conseguir la selectividad requerida del filtro de paso de banda, puesto que verá una impedancia que varía con el tiempo.

5 Para reducir los problemas de transitorios, se podría intentar utilizar un interruptor más rápido. Sin embargo, a menudo se alcanza un compromiso entre la velocidad, la conductividad del interruptor cerrado (para una “resistencia en apagado” mínima dada en el estado abierto), y la potencia requerida de la señal de control. Por tanto, las pequeñas pérdidas por transitorios pueden implicar, por ejemplo, pérdidas óhmicas más elevadas en el estado estacionario “cerrado” (o una potencia más elevada de la señal de control).

10 Técnica adicional relacionada está expuesta en el documento EP 0.426.560 y en el documento US 5.450.444. El documento EP 0.426.560 se refiere a modulación digital usando componentes en fase y en cuadratura, y comprende un generador de GMSK cuyas salidas en fase y en cuadratura son enviadas a un canal que comprende un generador de sigma delta y a un modulador que recibe la portadora con la mitad de la frecuencia de los bits de salida desde el convertidor de sigma delta. El documento US 5.450.444 describe un transmisor de AM digital, en el que una señal de
15 onda portadora es dividida en bits digitales en un divisor de onda portadora y cada bit separado es conmutado, amplificado y combinado en una señal de onda de AM. Sin embargo, ninguno de estos documentos resuelve el problema de los transitorios de conmutación.

20 El objeto de la invención es superar los problemas de los transitorios cuando una señal de RF de alta potencia es generada por medio de cuantificación y de conmutación.

Compendio de la invención

25 El método de la invención para generar una señal de radiofrecuencia de alta potencia modulada a partir de una señal de información de frecuencia baja o media se lleva a cabo mediante la conformación en impulsos de la señal de información por medio de un cuantificador para formar una señal digital que tiene valores discretos de señal, generando una o más ondas portadoras de radiofrecuencia, la amplificación, por medio de un amplificador que comprende interruptores, para obtener una señal de radiofrecuencia conmutada que lleva la información, estando los eventos de conmutación controlados por el contenido de información de la señal digital, y consiguiendo la señal deseada por
30 medio de un filtro. El método está caracterizado porque la amplificación se realiza conectando los interruptores (SM) a sus respectivos voltajes de portadora alternantes generados en la operación b) de acuerdo con el contenido de información de la señal digital, cerrando un interruptor dado para un contenido de información dado de la señal digital, cerrándose solamente un interruptor cada vez, siendo los instantes de tiempo de los eventos de conmutación elegidos para que coincidan con el momento en el que la onda portadora es cero o casi cero, para evitar pérdidas de energía durante los transitorios de conmutación, causando de ese modo la mezcla de la señal digital con una onda portadora correspondiente.
35

40 El aparato de la invención para generar una señal de radiofrecuencia de alta potencia modulada comprende un cuantificador para conformar en impulsos de una señal de información para formar una señal digital que tiene valores discretos de la señal, un generador de ondas portadoras de radiofrecuencia, una unidad de amplificación que comprende interruptores para conseguir una señal de radiofrecuencia conmutada que lleva la información, estando los interruptores controlados por el contenido de información de la señal digital, y un filtro para conseguir la señal deseada. El aparato está caracterizado porque los interruptores (SM) están conectados con sus respectivos voltajes de portadora de radiofrecuencia alternantes generados por dichos generadores de ondas portadoras de radiofrecuencia para
45 causar la mezcla de las señales digitales (S_M) con una onda portadora correspondiente, de acuerdo con el contenido de información de la señal digital (S_M), al cerrar un interruptor (SM) dado para un contenido de información dado en la señal digital, cerrándose solamente un interruptor cada vez, siendo los instantes de tiempo para los eventos de conmutación elegidos de manera que coincidan con el momento en el que la onda portadora es cero o casi cero, para evitar pérdidas de energía durante los transitorios de conmutación.
50

La señal de banda de base (señal de frecuencia baja o media) puede ser analógica o digital, simple o modificada en cuadratura en dos componentes de señal.

55 El problema de los transitorios de conmutación se resuelve en la invención conectando los interruptores con voltajes de “portadora” alternantes en lugar de con voltajes constantes (“CC”), como en la patente sueca mencionada. La solución de la invención, también, reduce la frecuencia de conmutación, permitiendo el uso de una menor potencia para el control de los interruptores.

60 La variación del voltaje de portadora puede tener diversas formas. Si el voltaje de portadora es sinusoidal y varía entre un nivel superior + y un nivel inferior menos, el voltaje de portadora tiene un cruce por cero a intervalos regulares de tiempo (es decir, tiene momentáneamente el valor de cero voltios). Si los instantes de tiempo para la conmutación son elegidos para que coincidan con los cruces por cero, no existe ningún problema de transitorios de conmutación, como se explica en lo que sigue.

65 Supongamos un evento de conmutación en un aparato de la invención con dos interruptores, en el que uno de los interruptores está cerrado y el otro abierto. Si la conmutación se realiza de manera que el segundo interruptor se cierre poco antes de que se abra el primer interruptor, ambos interruptores estarán momentáneamente cerrados en un momento transitorio. En la invención, esto no cortocircuitará la “fuente de alimentación” (representada en la invención

por el generador de portadoras), puesto que la temporización para el evento de conmutación se ha elegido para que coincida con el cruce por cero del voltaje de portadora, en cuyo momento no hay alimentación. En tal estrategia de conmutación, el filtro de paso de banda estará conectado en todo momento con una impedancia baja (uno o ambos interruptores están cerrados).

Además de solucionar el problema de los transitorios de conmutación, la invención también produce, normalmente, una frecuencia de conmutación más baja (es decir, el intervalo de tiempo entre sucesivos eventos de conmutación es más largo). En el amplificador de RF basado en sigma-delta de la técnica anterior, la frecuencia de conmutación es, típicamente, igual a dos veces la frecuencia de "portadora". En la invención, es igual a la frecuencia de muestreo de salida del cuantificador, (es decir, dos veces la anchura de banda de base por la relación de sobremuestreo, más un cierto intervalo de protección), puesto que, en la invención, la mezcla de la onda portadora y la señal de información (la señal de banda de base codificada) se produce en el evento de conmutación.

Los interruptores disipan potencia de la señal de control. Un interruptor biestable disipa potencia de la señal de control solamente cuando cambia de un estado al otro (cerrado a abierto, abierto a cerrado). Para un interruptor cuasi-biestable, éste es el caso para una buena aproximación. Por tanto, si se emplean interruptores biestables o cuasi-biestables, la potencia requerida de la señal de control es proporcional a la frecuencia de conmutación. Debido a la menor frecuencia de conmutación del aparato de la invención (igual a la frecuencia de muestreo de salida del cuantificador), se requiere, por tanto, menos potencia para el control de los interruptores, y se obtiene un amplificador más eficaz.

La invención es beneficiosa en todas las clases de transmisores en los que la señal tiene una envolvente dependiente del tiempo. Esto incluye, en particular, estaciones de radio de base que utilizan el concepto de MCR, pero también microteléfonos de varios estándares, módems inalámbricos de área local (WLAN), etc.

En lo que sigue, se describe un ejemplo de la invención por medio de dos figuras. La intención no es restringir la invención a los detalles de estas realizaciones; el alcance de dicha invención está definido por las reivindicaciones.

Descripción abreviada de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática del principio general de la invención.

La figura 2 es un ejemplo más detallado de la invención.

Descripción detallada

En la realización de la figura 1, una señal de información S_i entrante de baja frecuencia o de frecuencia media (de banda de base) es cuantificada en un cuantificador 1 para generar una señal digital con M valores S_M (es decir, S_1, S_2, S_3 , etc.) discretos de señal. La señal digital representa una versión de la señal de información sobre la que se realiza un muestreo f_s (frecuencia de muestreo) veces por segundo. Los valores de la señal digital comprenden uno o más bits y tienen, por tanto, dos o más valores de señal.

El cuantificador 1 es, por ejemplo, un modulador de sigma-delta, cuyo principio de funcionamiento se explica en la patente sueca SE 507.373. Una introducción completa al modulador de sigma-delta se puede encontrar en Norsworthy, S.R., Schreier, R., Temes, GC. (eds); 1997; "Delta-Sigma data converters - theory, design and Simulation", IEEE Press (ISBN 0-7803-1045-4).

El principio básico del modulador de sigma-delta es que, a la entrada, se dirige una corriente de muestreo de baja velocidad de la señal de información (que es analógica o es digital con un gran número de niveles de cuantificación, es decir, en la que cada muestra tiene un gran número de bits). En la salida, hay un número menor de bits y una frecuencia de muestreo más elevada. El número de bits en la salida es, a menudo, el más bajo posible, es decir, $M = 2$ (un bit), en cuyo caso, solamente hay dos niveles de cuantificación, es decir, -1 y $+1$. La reducción del número de bits en la corriente de muestreo causará distorsión. La distorsión puede considerarse "ruido", el denominado ruido de cuantificación, que, al final, no es enviado a la antena.

La señal digital S_M es conducida a un interruptor dado, S_1, S_2, \dots o S_M , de una unidad de conmutación 2 según el valor de la señal. Un valor dado de la señal digital S_M corresponde a un interruptor dado a cerrar. Diversos métodos de codificación se pueden utilizar para expresar el valor de M . En un método, se elige el interruptor S_1 , cuando el valor M de la señal digital S_M es 1, y así sucesivamente. Una señal conmutada S_{sw} se consigue a partir de la señal digital S_M de manera que los M interruptores son regulados de acuerdo con el contenido de información de la señal digital, S_M , dando como resultado un contenido de información dado que se cierre un interruptor dado. Cada vez, uno y solamente uno de los interruptores es cerrado (excepto, posiblemente, en el curso de un período corto de tiempo durante un transitorio de conmutación, cuando dos interruptores podrían ser cerrados simultáneamente).

La potencia de las señales conmutadas es función de la dependencia del tiempo del voltaje de las ondas portadoras y se alcanza una amplificación (amplitud) cuando a un contenido de información dado se le da una cierta onda portadora de amplitud dada.

ES 2 273 470 T3

La unidad de conmutación 2 realiza, por tanto, tanto la mezcla como la amplificación de la señal S_M . Todos los interruptores S1 - SM están conectados con sus respectivos generadores de portadora y con una salida 3 común. Las amplitudes de portadora se designan mediante A1, A2, ..., AM, y su dependencia del tiempo genérica, mediante $v_c(t)$, siendo el voltaje de la onda portadora función del tiempo. Las funciones de la onda portadora pueden, por tanto, tener las formas $A1*v_c(t)$, $A2*v_c(t)$, ..., $AM*v_c(t)$. Cuando se cierra un interruptor dado, su onda portadora queda disponible, lo que tiene como resultado una señal de información amplificada de valor dado. La señal de control (señal de información) tiene que ser tratada de modo que nunca haya dos interruptores abiertos simultáneamente.

En el caso más simple, v_c es sinusoidal ($v_c(t) = \cos(2\pi f_{\text{portadora}} t)$). Los valores de las amplitudes deben coincidir con los niveles de salida del modulador de sigma-delta. Si el modulador de sigma-delta hace salir N, entonces el interruptor número SN debe ser cerrado y todos los demás abiertos, y así sucesivamente.

La unidad de conmutación 2 convierte, por tanto, la señal digital en una señal Ssw de radiofrecuencia (RF) conmutada que lleva la información y de la cual puede tomarse por filtrado una parte deseada.

La generación de ondas portadoras de radiofrecuencia se hace de acuerdo con métodos conocidos. La manera más fácil es generar una portadora sinusoidal. La generación de una portadora no sinusoidal es más compleja, pero tiene la ventaja de que es posible elegir la portadora que permanezca cerca de cero durante un cierto intervalo de tiempo finito alrededor de los eventos de conmutación.

El evento de conmutación se puede elegir siempre para que ocurra en un cruce por cero, si la frecuencia de portadora es un múltiplo de la frecuencia de muestreo de salida del cuantificador (por ejemplo, un modulador de sigma-delta), incluso si el voltaje de portadora no es sinusoidal. Es posible elegir las frecuencias (los contenidos de armónicos y subarmónicos) de una portadora no sinusoidal de modo que permanezca cerca de cero para un cierto intervalo de tiempo alrededor de los eventos de conmutación.

Si la onda portadora es sinusoidal, la señal digital modulada será transpuesta de modo que una componente de frecuencia de banda de base de Fb termine arriba en Fc-Fb y en Fc+Fb, donde Fc es la frecuencia de portadora. Un filtro 4 de paso de banda está situado después de los interruptores de modo que rechaza la indeseada de estas bandas laterales (Fc-Fb o Fc+Fb para todos los valores de Fb en la banda de base). El filtro 4 de paso de banda rechaza, también, el ruido de cuantificación (la frecuencia transpuesta) del cuantificador.

La figura 2 muestra explícitamente una posible ejecución práctica de un sistema de dos niveles ($M = 2$). Esta ejecución práctica usa un transformador 5 (supuestamente ideal) para generar las dos amplitudes de la señal portadora. El interruptor S1 está, por tanto, conectado con un potencial eléctrico con respecto a masa de $v_c(t)$ mientras que S2 está conectado con $-v_c(t)$. Por tanto, cuando se cierra el interruptor S1 y se abre S2, la entrada del filtro 4 de paso de banda está conectada con $+v_c(t)$, y con $-v_c(t)$ cuando se cierra S2 y se abre S1. Cuando el modulador de sigma-delta hace salir +1, se cierra el interruptor S1 y se abre S2, y viceversa cuando hace salir -1. El divisor 6 de frecuencia es una unidad de control para ajustar las frecuencias y el inversor 7 regula los interruptores de acuerdo con los valores +1 o -1. Los otros números de referencia 1, 2, 3 y 4 son iguales a los usados en la figura 1.

En otra realización de la invención, no ilustrada, en vez de rechazar las bandas laterales indeseadas mediante el filtro de paso de banda, se podría utilizar, como alternativa, una disposición de cancelación basada en señales en cuadratura. En este caso, se utilizan dos señales moduladas en banda de base, idénticas salvo con una diferencia de fase de 90 grados. Estas dos señales controlan los interruptores de dos mezcladores diferentes. Los mezcladores son alimentados con portadoras con una diferencia de fase de 90 grados. Las señales provenientes de los mezcladores se suman antes o después de los filtros de paso de banda. También, en esta disposición, el ruido de cuantificación (frecuencia transpuesta) del modulador de sigma-delta es rechazado por el filtro (o los filtros) de paso de banda.

Una variante ligeramente diferente de esta alternativa sería que ni se rechazaran ni se cancelaran las bandas laterales, sino que se utilizaran como dos canales linealmente independientes, y se utilizaran como en la disposición tradicional de fase y cuadratura, I y Q. También, en esta disposición, el ruido de cuantificación transpuesto en frecuencia del modulador es rechazado por el filtro (o los filtros) de paso de banda.

Si la portadora no es sinusoidal y contiene más de una componente de frecuencia, la reproducción de la señal de banda de base modulada caerá en la banda de paso del filtro de paso de banda. Sin embargo, si todas las componentes de frecuencia de la portadora son múltiplos enteros de la frecuencia de muestreo del cuantificador, todas estas componentes estarán alineadas de modo que una componente determinada de frecuencia de banda de base establecerá una relación de correspondencia con la misma frecuencia de RF durante toda la reproducción. La aparición de una portadora no armónica no creará, por lo tanto, ninguna distorsión en la señal de RF resultante. La portadora puede contener tanto armónicos como subarmónicos de su frecuencia fundamental en tanto todos ellos sean múltiplos enteros de la frecuencia de muestreo de la salida de sigma-delta.

Aunque podría utilizarse cualquier número M de amplitudes de "portadora" equidistantes o no equidistantes, la disposición más práctica sería, probablemente, utilizar solamente dos niveles (como en la realización de la figura 2) o tres niveles.

ES 2 273 470 T3

Un hecho bien conocido de los moduladores de sigma-delta es que un sistema de dos niveles es menos sensible a las discordancias de las componentes. Por tanto, un error de amplitud, por ejemplo, en una o en ambas amplitudes de portadora entre las que se conmuta, no introduce ninguna distorsión. En sistemas de tres o de muchos niveles, sin embargo, se crea distorsión por una desviación de su valor normal en una de las amplitudes de portadora entre las que se conmuta.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 273 470 T3

REIVINDICACIONES

1. Método para generar una señal de radiofrecuencia de alta potencia modulada a partir de una señal de información (S_i) de frecuencia baja o media mediante

a) la conformación en impulsos de la señal de información por medio de un cuantificador (1) para formar una señal digital (S_M) que tiene valores (M) de señal discretos,

b) la generación de dos o más ondas portadoras de radiofrecuencia por medio de señales de radiofrecuencia alternantes,

c) la amplificación por medio de una unidad de conmutación (2) que comprende dos o más interruptores (SM) en una señal de radiofrecuencia (S_{SW}) conmutada que lleva la información, siendo los eventos de conmutación controlados por el contenido de información de la señal digital,

d) la consecución de la señal deseada por medio de un filtro (4),

caracterizado porque la amplificación se realiza conectando los interruptores (SM) con sus respectivas señales portadoras alternantes generadas en la operación b), según el contenido de información de la señal digital, mediante el cierre de un interruptor dado para un contenido de información dado de la señal digital, cerrándose sólo un interruptor cada vez, siendo los instantes de tiempo para los eventos de conmutación elegidos para coincidir con el momento en el cual la onda portadora es cero o casi cero para evitar pérdidas de energía durante los transitorios de conmutación, causando, por tanto, la mezcla de la señal digital con una onda portadora correspondiente.

2. Método de la reivindicación 1, **caracterizado** porque la alternancia de las señales portadoras se realiza de modo que la frecuencia (o frecuencias) de las ondas portadoras generadas sea un múltiplo (o múltiplos) de la frecuencia de muestreo de salida del cuantificador.

3. Método de la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la alternancia de la señal portadora se realiza de modo que la onda portadora resultante sea una señal sinusoidal.

4. Método de la reivindicación 3, **caracterizado** porque el filtro (4) es un filtro de paso de banda que rechaza la distorsión causada por la amplificación y la banda lateral indeseada de la señal de la operación c).

5. Método de cualquiera de las reivindicaciones 1-4, **caracterizado** porque la frecuencia de conmutación es igual a la frecuencia de muestreo de salida del cuantificador (1).

6. Método de la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la señal portadora es no sinusoidal, de tal modo que sea la suma de las componentes de frecuencia, en la que todas las componentes tienen frecuencias que son enteros de la frecuencia de muestreo de salida del cuantificador.

7. Método de la reivindicación 6, **caracterizado** porque las señales portadoras se eligen de manera que permanezcan cerca de cero durante el intervalo de tiempo alrededor de los eventos de conmutación.

8. Método de la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la señal de información es desplazada en cuadratura en dos componentes, por lo que en la operación a) se forman dos señales digitales controlando los interruptores en dos amplificadores/mezcladores diferentes de la invención, que se alimentan con portadoras con 90 grados de diferencia de fase.

9. Método de la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque las bandas laterales se utilizan como dos canales linealmente independientes como en la disposición de fase y cuadratura, I y Q, de la reivindicación 9.

10. Método de la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** porque cuando se utiliza un filtro de paso de banda, las señales formadas en la operación b) se suman antes del filtro.

11. Método de la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** porque cuando se utilizan dos filtros de paso de banda, las señales se suman después de los filtros de paso de banda.

12. Método de cualquiera de las reivindicaciones 8-11, **caracterizado** porque el o los filtros son filtros de paso de banda que rechazan la distorsión causada por la amplificación.

13. Método de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, **caracterizado** porque en la operación a) se forma una señal digital (S_M) con dos valores de señal.

14. Aparato para generar una señal de radiofrecuencia de alta potencia modulada, que comprende un cuantificador (1) para conformar en impulsos de una señal de información (S_i) para formar una señal digital (S_M) que tiene valores (M) discretos de señal,

ES 2 273 470 T3

uno o más generadores (A_M) de ondas portadoras de radiofrecuencia,

5 una unidad de conmutación (2) que comprende dos o más interruptores (SM) para conseguir una señal (S_{sw}) de radiofrecuencia amplificada y conmutada que lleva la información, estando los interruptores controlados por el contenido de la información de la señal digital,

un filtro (4) para conseguir la señal deseada,

10 **caracterizado** porque los interruptores (SM) están conectados con sus respectivos generadores de ondas portadoras de radiofrecuencia para causar la mezcla de las señales digitales (S_M) con una onda portadora correspondiente, de acuerdo con el contenido de información de la señal digital (S_M) mediante el cierre de un interruptor (SM) dado para un contenido de información dado de la señal digital, cerrándose sólo un interruptor cada vez, siendo los instantes de tiempo para los eventos de conmutación elegidos para coincidir con el momento en el que la onda portadora es cero o casi cero, para evitar pérdidas de energía durante los transitorios de conmutación.

15 15. Aparato de la reivindicación 14, **caracterizado** porque el cuantificador (1) es un modulador de sigma-delta.

20 16. Aparato de la reivindicación 14 ó 15, **caracterizado** porque el filtro (4) es un filtro de paso de banda que rechaza las señales indeseadas y la distorsión causada por la amplificación.

25 17. Aparato de cualquiera de las reivindicaciones 14-16, **caracterizado** porque el generador de ondas portadoras es un transformador (5) que genera ondas portadoras de dos amplitudes diferentes.

30

35

40

45

50

55

60

65

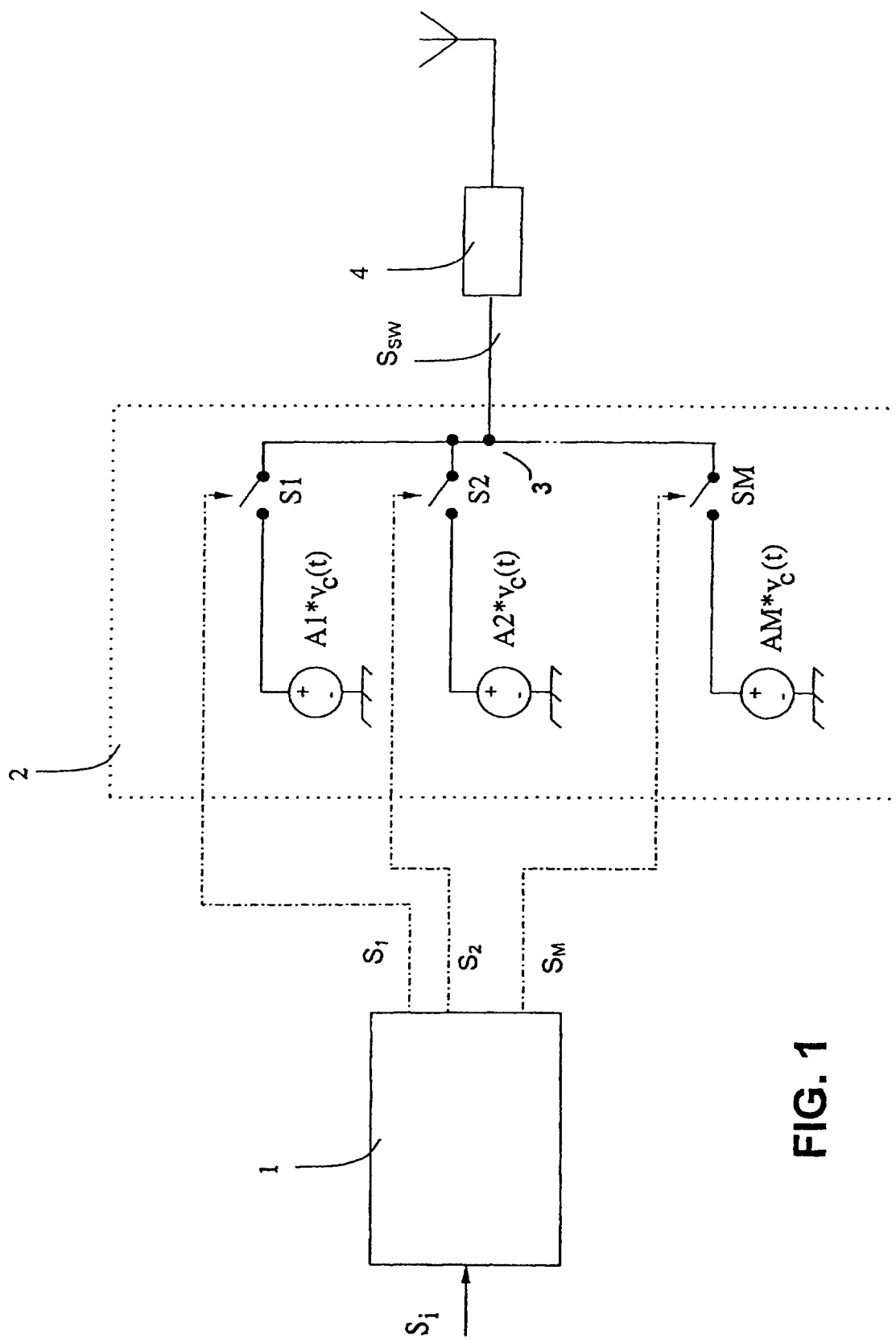


FIG. 1

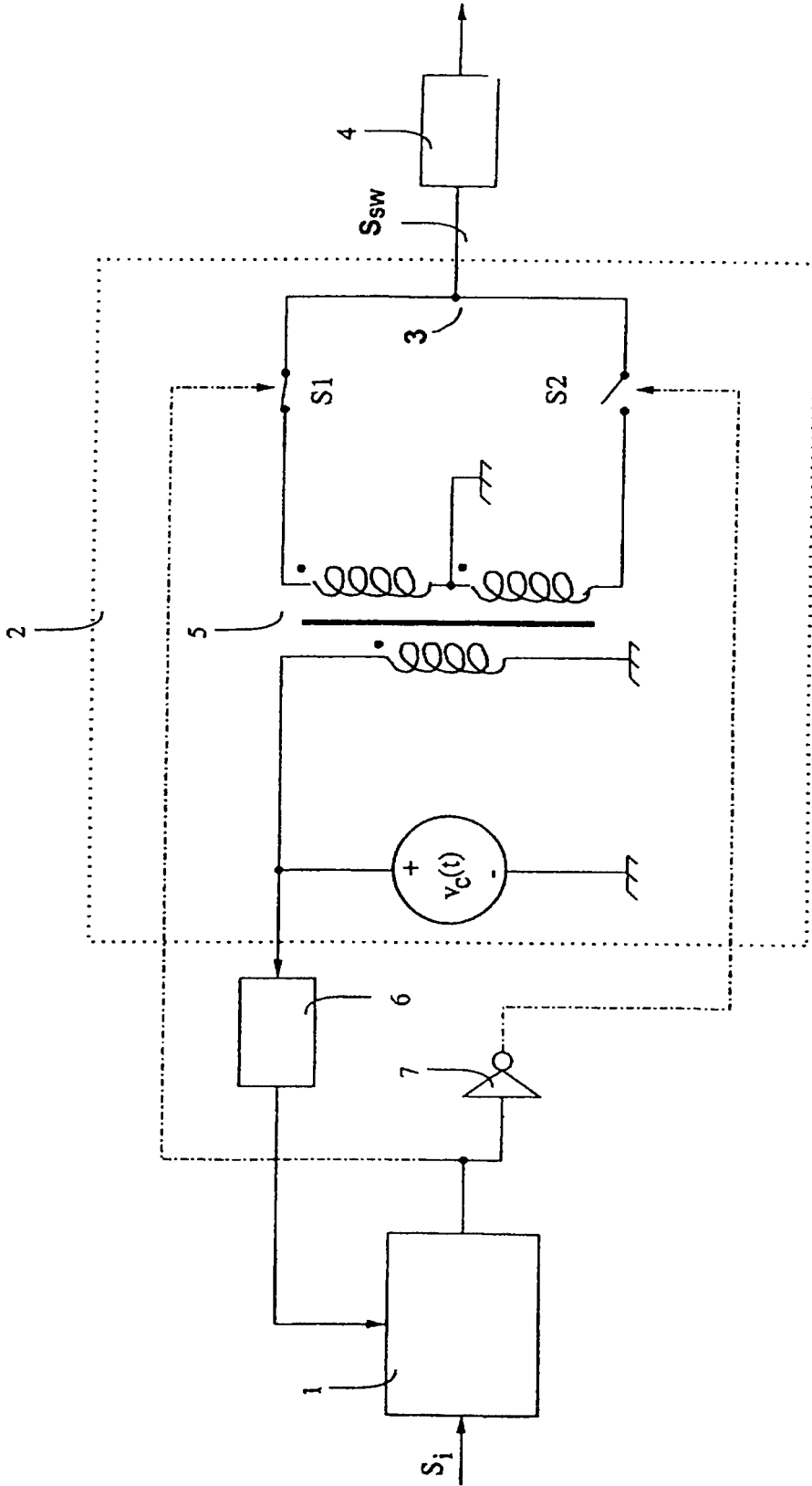


FIG. 2