



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 293 260**

51 Int. Cl.:  
**H04L 25/49** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04735049 .1**

86 Fecha de presentación : **27.05.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1632073**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.03.2006**

54 Título: **Método y sistema de producción de una señal modulada por anchura de impulsos de dos niveles.**

30 Prioridad: **09.06.2003 US 458495**

73 Titular/es: **Nokia Corporation**  
**Keilalahdentie 4**  
**02150 Espoo, FI**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2008**

72 Inventor/es: **Varis, Jukka y**  
**Rosnell, Seppo**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2008**

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 293 260 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 sistema de producción de una señal modulada por anchura de impulsos de dos niveles.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de modulación y a un método para generar una señal modulada.

**Antecedentes de la invención**

10 Se conocen sistemas de modulación a partir del estado de la técnica para modular una primera señal basándose en una segunda señal, por ejemplo, para modular una portadora de radiofrecuencia basándose en información que va a ser transmitida en un sistema celular.

15 Debido a las exigencias cada vez mayores sobre la eficacia espectral, los métodos de modulación de envolvente variable están siendo cada vez más populares en los sistemas celulares. No obstante, con los métodos de modulación de envolvente variable, la eficacia limitada de los amplificadores de potencia convencionales puede provocar problemas térmicos y/o en el tiempo de funcionamiento en el equipo transmisor, en particular, en terminales del tipo limitados térmicamente. Para reducir la magnitud de estos efectos, se han propuesto arquitecturas de transmisores nuevos que hacen uso de amplificadores de potencia de modo de conmutación. Los amplificadores de potencia de modo de conmutación se pueden aproximar teóricamente a un rendimiento de potencia del 100%. Presentan el inconveniente de que son extremadamente no lineales en cuanto a amplitud, aunque no modifican significativamente la fase de las señales moduladas en fase de entrada.

25 Un sistema de modulación que permite una modulación de envolvente variable al mismo tiempo que haciendo uso de amplificadores de potencia en modo de conmutación es el sistema LINC (Amplificación Lineal con Componentes no Lineales), el cual fue propuesto por D. C. Cox de Bell Laboratories en "Linear Amplification with Nonlinear Components", IEEE Transactions on Communications, COM-22, págs. 1942 a 1945, diciembre de 1974. El principio básico del sistema LINC es representar cualquier señal pasabanda arbitraria, la cual presente variaciones tanto de amplitud como de fase, por medio de dos señales las cuales son de amplitud constante y presentan únicamente variaciones de fase. Estas dos señales moduladas angularmente se pueden amplificar por separado usando amplificadores no lineales eficaces en cuanto a la potencia. A continuación, las salidas de estos amplificadores las combina una unidad sumadora para producir la señal de amplitud variable deseada. Uno de los problemas de este sistema es la combinación de dos señales amplificadas no coherentes. El rendimiento del sistema varía con el ángulo instantáneo entre las dos señales amplificadas y por lo tanto estará por debajo del 100%.

40 Hamedi-Hagh S. *et al.* también presentan un transmisor LINC frontal en el documento "Wideband CMOS integrated RF combiner for LINC transmitters" del 8 de junio de 2003. Una señal de envolvente variante se representa por medio de dos señales de envolvente constante con fases variables usando una señal de banda base I si y una señal de banda base Q sq. Las dos señales de envolvente constante se amplifican por separado usando amplificadores no lineales. A continuación, las dos señales de envolvente constante amplificadas se suman entre sí para producir una copia amplificada de la señal de entrada.

45 El documento WO 03 / 034585 A1 presenta un Amplificador de Potencia No Lineal de Alto Rendimiento para amplificar señales RF de alta frecuencia con fase y amplitud variables. Uno de los dispositivos amplificadores de potencia propuestos comprende un Dispositivo de Acondicionamiento de la Señal (SCD), que comprende medios para generar una señal de componente I de n niveles de estado STI a partir de una señal de componente I SI, medios para generar una señal de componente Q de n niveles de estado STQ a partir de una señal de componente Q SQ, y medios para entrelazar la señal de componente I de n niveles de estado y la señal de componente Q de n niveles de estado en una señal de componente I STI y una señal de componente Q STQ, sin superposición en el tiempo, un dispositivo de multiplexado, que comprende medios para generar una señal SMIQ con una onda portadora de alta frecuencia en el que los componentes I y Q se multiplexan en el tiempo. Un Amplificador de Potencia Individual que comprende medios para amplificar dicha señal SMIQ posibilita la amplificación de una señal RF de alta frecuencia con variaciones de fase y amplitud de una forma eficaz en cuanto a la potencia.

55 En un sistema de modulación por anchura de impulsos (PWM), la señal original se codifica en una señal de dos niveles que presenta impulsos de anchuras variables. El valor medio de la señal de dos niveles sigue a la señal de salida deseada y se puede extraer mediante filtrado. La modulación por densidad de impulsos (PDM) es una forma alternativa de lograr la misma función. Estos métodos se usan ampliamente para fuentes de alimentación en modo de conmutación.

60 Se ha descrito un sistema PWM, por ejemplo, en el documento EP 1 271 870 A2, el cual presenta también una posibilidad de crear una señal PWM pasabanda de tres niveles en lugar únicamente de las señales PWM pasabajas de dos niveles, tradicionales.

65 El sistema de modulación Sigma-Delta posibilita otro método de modulación de impulsos, el cual recuerda a los sistemas PWM antes descritos. El modulador Sigma-Delta pasabanda también se puede utilizar para transformar una portadora sinusoidal modulada en una señal de dos niveles.

No obstante, es deseable proporcionar soluciones alternativas para codificar una señal de control original en una señal de dos niveles.

### Sumario de la invención

Uno de los objetivos de la invención es proporcionar un sistema de modulación alternativo y un método, los cuales permitan la generación de una señal de dos niveles con una modulación deseada.

Además, otro de los objetivos de la invención es proporcionar un sistema de modulación y un método, los cuales permitan la generación de una señal que resulte adecuada para su amplificación por parte de un amplificador de potencia en modo de conmutación.

Se propone un sistema de modulación, el cual comprende un primer modulador de envolvente constante que modula una señal según una primera señal de control y un segundo modulador de envolvente constante que modula una señal de acuerdo con una segunda señal de control. El sistema propuesto comprende además una parte combinatoria que combina la señal de salida del primer y el segundo moduladores de envolvente constante en una única señal modulada por anchura de impulsos, de dos niveles. La frecuencia central del primer modulador de envolvente constante y del segundo modulador de envolvente constante es la mitad de la frecuencia central deseada de la señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles.

La información que se va a representar mediante una modulación de la señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, se codifica en la primera y la segunda señales de control.

Adicionalmente, se propone un método para generar una señal modulada, el cual comprende la modulación de una señal según una primera señal de control para obtener una primera señal de envolvente constante modulada, la modulación de una señal de acuerdo con una segunda señal de control para obtener una segunda señal de envolvente constante modulada, y la combinación de la primera y la segunda señales de envolvente constante moduladas en una única señal modulada por anchura de impulsos, de dos niveles. La frecuencia central de la primera señal de envolvente constante y de la segunda señal de envolvente constante antes de la modulación se selecciona de manera que es la mitad de la frecuencia central deseada de la señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles. Nuevamente, la información que se va a representar mediante una modulación de la señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, se codifica en la primera y la segunda señales de control.

La invención tiene su origen en la idea de la posibilidad de rediseñar el sistema LINC conocido para proporcionar una señal de envolvente constante de dos niveles. La información que se va a representar mediante una modulación final, por ejemplo, la amplitud y/o la fase de una señal de control analógica, se codifica en dos señales de control que controlan la modulación aplicada por dos moduladores de envolvente constante. La modulación puede comprender una modulación de fase en el caso de que las señales de envolvente constante de salida sean señales sinusoidales, y una modulación de tiempos de transición en el caso de que las señales de envolvente constante de salida sean señales de impulsos. A continuación, las dos señales de envolvente constante se combinan en una única señal de envolvente constante, de dos niveles.

Una de las ventajas de la invención es que proporciona una única señal de envolvente constante en forma de una señal de dos niveles, la cual se puede amplificar usando un único amplificador no lineal, por ejemplo, un amplificador en modo de conmutación. De este modo, se puede evitar la combinación de potencia no coherente del sistema LINC tradicional.

Además, otra de las ventajas de la invención es que proporciona una alternativa al modulador Sigma-Delta.

Los moduladores de envolvente constante del sistema de modulación propuesto pueden ser bien moduladores de envolvente constante digitales o bien moduladores de envolvente constante analógicos. Los moduladores de envolvente constante digitales modulan los tiempos de transición de trenes de impulsos que pasan a través de los mismos. Las señales de entrada hacia la parte combinatoria son en este caso señales moduladas por posición de impulsos (PPM), mientras que la señal de salida de la parte combinatoria es una señal PWM. Los moduladores de envolvente constante analógicos modulan la fase de una portadora sinusoidal en función de una señal de control recibida. La invención presenta la ventaja, con respecto a la modulación de señal delta conocida, de que la anchura de los impulsos resultantes no es discreta, ya que las anchuras de los impulsos discretos generan ruido de cuantificación.

La señal única de envolvente constante, de dos niveles, que se genera según la invención se puede suministrar en particular, aunque no de forma exclusiva, a un amplificador en modo de conmutación para su amplificación. Si la señal única de envolvente constante, de dos niveles, se alimenta a un amplificador en modo de conmutación, en la amplificación se puede lograr tanto un elevado rendimiento de potencia como una alta linealidad.

Los amplificadores en modo de conmutación conocidos son, por ejemplo, amplificadores de clase D ó clase E. No obstante, los amplificadores de clase E, que resultan adecuados para radiofrecuencias, no funcionan satisfactoriamente con ciclos de trabajo variables de la señal proporcionada. Los amplificadores de potencia de clase D resultan, por propia naturaleza, adecuados satisfactoriamente para señales con ciclos de trabajo variables. Además, en: "Current mode

Class-D Power Amplifiers for High Efficiency RF Applications”, IEEE MTT-S 2001 International Microwave Symposium Digest, págs. 939 a 942, H. Kobayashi, J. Hinrichs y P. M. Asbeck han dado a conocer que los amplificadores de potencia de clase D también pueden funcionar con radiofrecuencias.

A partir de la siguiente descripción detallada considerada conjuntamente con los dibujos adjuntos se pondrán de manifiesto otros objetivos y características de la presente invención. Debe entenderse, no obstante, que los dibujos se han ideado únicamente con fines ilustrativos y no para definir los límites de la invención, para lo cual debería hacerse referencia a las reivindicaciones adjuntas. Debería entenderse además que los dibujos están destinados simplemente a ilustrar conceptualmente las estructuras y procedimientos descritos en el presente documento.

### Breve descripción de las figuras

La Fig. 1 es un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización de un sistema de modulación según la invención; y

la Fig. 2 ilustra una posible variación de la forma de realización de la figura 1.

### Descripción detallada de la invención

La figura 1 presenta una forma de realización ilustrativa de un sistema de modulación según la invención, el cual se puede utilizar en un transmisor para lograr una modulación de envolvente variable de una señal de radiofrecuencia basándose en señales de control de amplitud variable.

En el sistema de modulación de la figura 1, una primera entrada “I” se conecta por un lado a un primer componente de procesado 1 y por otro lado a un segundo componente de procesado 2. Una segunda entrada “Q” se conecta igualmente por un lado al primer componente de procesado 1 y por otro lado al segundo componente de procesado 2. La salida del primer componente de procesado 1 se conecta a una primera entrada de una unidad sumadora 3 y a una entrada no inversora de una unidad de resta 4. La salida del segundo componente del procesado 2 se conecta a una segunda entrada de la unidad sumadora 3 y a una entrada inversora de la unidad de resta 4. El primer y el segundo componentes de procesado 1, 2, la unidad sumadora 3 y la unidad de resta 4 constituyen una parte de procesado de la señal de entrada del sistema de modulación de la figura 1.

La salida de la unidad sumadora 3 se conecta a través de un primer modulador de fase 5 a una primera entrada de un circuito *or* exclusiva lógica XOR 7. La salida de la unidad de resta 4 se conecta a través de un segundo modulador de fase 6 a una segunda entrada del circuito XOR 7. La parte de procesado de la señal de entrada forma junto con los dos moduladores de fase 5, 6 y el circuito XOR 7 un modulador por anchura de impulsos. En lugar del circuito XOR 7, podría usarse un circuito *nor* exclusiva XNOR.

La salida del circuito XOR 7 se conecta a través de un amplificador de potencia en modo de conmutación 8 y un filtro pasabanda 9 a una salida “Salida” del sistema de modulación de la figura 1.

El sistema de modulación de la figura 1 funciona de la manera siguiente.

Una señal pasabanda  $x(t)$  que se modula en amplitud y fase se puede representar en una forma canónica como:

$$x(t) = I(t) \cdot \cos(\omega t) - Q(t) \cdot \sin(\omega t),$$

en la que  $I(t)$  y  $Q(t)$  constituyen los componentes en fase y en cuadratura de la señal.

En caso de que dicha señal pasabanda  $x(t)$  vaya a ser transmitida, un Procesador de Señal Digital DSP (no mostrado) determina los componentes en fase y en cuadratura  $I(t)$  y  $Q(t)$  de la señal y los suministra como voltajes o corrientes de amplitudes variables a la primera entrada “I” y la segunda entrada “Q”, respectivamente, del sistema de modulación. Alternativamente, el DPS podría suministrar los componentes en fase y en cuadratura como señales digitales. Como alternativa adicional, los componentes en fase y en cuadratura los podría determinar y suministrar un hardware dedicado.

Usando los componentes en fase y en cuadratura  $I(t)$  y  $Q(t)$  previamente definidos, se pueden calcular las fases  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  para dos portadoras de envolvente constante independientes según las siguientes ecuaciones:

$$\varphi_1 = \theta + \alpha \quad y$$

$$\varphi_2 = \theta - \alpha,$$

## ES 2 293 260 T3

en las que  $\theta$  es el ángulo dependiente de la fase:

$$\theta = \frac{\arctan(\frac{Q}{I})}{2}$$

y en las que  $\alpha$  es el ángulo dependiente de la amplitud:

$$\alpha = \frac{\arcsen \sqrt{I^2 + Q^2}}{2}.$$

Cuando se calcula  $\arctan(Q/I)$ , deberían tenerse en cuenta la totalidad de los cuatro cuadrantes según los valores de las señales  $I(t)$  y  $Q(t)$ . En comparación con el sistema LINC, las fases antes definidas  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$  deben dividirse adicionalmente por dos, debido a una duplicación de frecuencia que tendrá lugar posteriormente en el nivel de las radiofrecuencias.

La parte de procesamiento del sistema de modulación calcula unas señales de control  $\text{pha1}$ ,  $\text{pha2}$ , las cuales conseguirán que el primer modulador de fase 5 y el segundo modulador de fase 6 modulen una señal de radiofrecuencia sinusoidal según las fases antes definidas  $\varphi_1$ ,  $\varphi_2$ .

Más específicamente, el primer componente de procesamiento 1 de la parte de procesamiento calcula una señal  $\arctan(Q/I)/2$ , mientras que el segundo componente de procesamiento 2 de la parte de procesamiento calcula una señal  $\arcsen \sqrt{I^2 + Q^2}/2$ .

A continuación, la unidad sumadora 3 de la parte de procesamiento suma las señales obtenidas a la salida del primer componente de procesamiento 1 y del segundo componente de procesamiento 2, para obtener la primera señal de control  $\text{pha1}$ , la cual se usa para controlar el primer modulador de fase 5. La primera señal de control  $\text{pha1}$  es un voltaje de control, el cual provoca que el primer modulador de fase 5 module la fase de una señal de radiofrecuencia sinusoidal con la fase  $\varphi_1$ . La señal de envolvente constante modulada en fase obtenida a la salida del primer modulador de fase 5 se denomina señal PM1.

La unidad de resta 4 de la parte de procesamiento resta la señal obtenida a la salida del segundo componente de procesamiento 2 con respecto a la señal obtenida a la salida del primer componente de procesamiento 1, para obtener la segunda señal de control  $\text{pha2}$ , la cual se usa para controlar el segundo modulador de fase 6. La segunda señal de control  $\text{pha2}$  es un voltaje de control, el cual provoca que el segundo modulador de fase 6 module la fase de una señal de radiofrecuencia sinusoidal con la fase  $\varphi_2$ . La señal obtenida a la salida del segundo modulador de fase 6 se denomina señal PM2.

Así, según las ecuaciones anteriores, el ángulo dependiente de la amplitud  $\alpha$  incrementa la fase  $\varphi_1$  de la señal PM1 obtenida a la salida del primer modulador de fase y reduce la fase  $\varphi_2$  de la señal obtenida a la salida del segundo modulador de fase PM2, codificando de este modo la información de amplitud en la diferencia de fase de PM1 y PM2.

Las señales PM1 y PM2 se suministran al circuito XOR 7. El circuito XOR 7 transforma las dos señales PM1 y PM2 en una señal PWM de dos niveles. Esta operación dobla efectivamente la frecuencia de los moduladores de fase 5, 6. Por esta razón, la frecuencia central FC de los moduladores de fase 5, 6 debería ser únicamente la mitad de la frecuencia de salida deseada Flo del transmisor. Debe indicarse que en algunos casos, la duplicación de la frecuencia incluso puede tener un efecto beneficioso. Por ejemplo, cuando  $\text{Flo} = \text{FC}/2$  puede evitarse una mezcla de la señal transmitida con el oscilador local.

A continuación, la señal PWM de dos niveles puede ser amplificada por el amplificador de potencia en modo de conmutación 8 con una gran linealidad, ya que una señal PWM de dos niveles tiene una envolvente constante. Seguidamente, la señal PWM de dos niveles amplificada en potencia se suministra al filtro pasabanda 9, el cual transforma la señal PWM de dos niveles en una señal de radiofrecuencia modulada con envolvente variable, en la que el primer armónico de la señal PWM de dos niveles se refleja en la cantidad de variación de la envolvente. Finalmente, la señal de radiofrecuencia con modulación de envolvente variable se suministra, a través de la salida "Salida" del sistema de modulación, a una antena para su transmisión.

El sistema de modulación de la figura 1 se puede variar de muchas maneras. Una de las variaciones posibles se ilustra en la figura 2, la cual presenta una alternativa para el circuito XOR 7 de la figura 1.

En esta alternativa, la señal de salida PM1 del primer modulador de fase 5 se suministra, a través de un primer limitador 10, a un mezclador 12, mientras que la señal de salida PM2 del segundo modulador de fase 6 se suministra, a través de un segundo limitador 11, al mezclador 12. El mezclador 12 es un multiplicador analógico y por lo tanto constituye un homólogo analógico de un circuito XNOR. En cambio, para obtener un homólogo analógico del circuito XOR 7 de la figura 1, a la salida del mezclador 12 debería conectarse adicionalmente un desfasador de  $180^\circ$  ó un amplificador desfasador/inversor de fase. No obstante, dicho componente desfasador habitualmente puede omitirse sin

## ES 2 293 260 T3

provocar ningún efecto sobre el propio proceso de modulación. Los limitadores 10, 11 garantizan que las señales de entrada suministradas al mezclador 12 ya presentan únicamente dos niveles, por ejemplo, un primer nivel positivo, siempre que la señal PM1, PM2 obtenida a la salida del respectivo modulador de fase 5, 6 sea mayor que cero, y un segundo nivel negativo, siempre que la señal PM1, PM2 obtenida a la salida del respectivo modulador de fase 5, 6 sea menor que cero.

Debe indicarse también que en la forma de realización presentada en la figura 1, para mejorar el funcionamiento del circuito XOR 7 podrían utilizarse limitadores en las entradas de dicho circuito XOR 7.

En otra de las variantes del sistema de modulación de la figura 1, los moduladores de fase 5, 6 se sustituyen por moduladores digitales. En este caso, las señales de salida PM1, PM2 de los moduladores ya constituyen señales de dos niveles, y los limitadores no ofrecerían ninguna ventaja.

Aunque se han mostrado, descrito y señalado características novedosas fundamentales de la invención, aplicadas a una forma de realización preferida de la misma, se entenderá que los expertos en la materia pueden realizar varias omisiones, sustituciones y cambios en la forma y detalles de los dispositivos y métodos descritos. Por otra parte, debería reconocerse que las estructuras y/o elementos y/o etapas de métodos mostrados y/o descritos en relación con cualquier forma o realización de la invención dada a conocer se pueden incorporar en cualquier otra forma o realización dada a conocer o descrita o sugerida, como aspecto general de la elección del diseño. Por esta razón, se pretende que las limitaciones queden indicadas únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas a la presente memoria.

## REIVINDICACIONES

1. Sistema de modulación que comprende:

un primer modulador de envolvente constante (5) configurado para modular una señal según una primera señal de control; y

un segundo modulador de envolvente constante (6) configurado para modular una señal de acuerdo con una segunda señal de control;

estando **caracterizado** dicho sistema de modulación porque presenta una parte combinatoria (7, 12) configurada para combinar señales de salida de dicho primer y dicho segundo moduladores de envolvente constante (5, 6) en una única señal modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, en el que la información destinada a ser representada mediante una modulación de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, se codifica en dicha primera y dicha segunda señales de control, en la que una frecuencia central de dicho primer modulador de envolvente constante (5) y de dicho segundo modulador de envolvente constante (6) es la mitad de una frecuencia central deseada de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles.

2. Sistema de modulación según la reivindicación 1, que comprende asimismo una parte de procesado (1 a 4), estando configurada dicha parte de procesado (1 a 4) para recibir un componente en fase I y un componente en cuadratura Q de una señal de modulación analógica que contiene dicha información que está destinada a ser representada mediante una modulación de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, y estando configurada

dicha parte de procesado (1 a 4) para calcular dicha primera señal de control como  $\frac{\arctan\left(\frac{Q}{I}\right) + \arcsen\left(\sqrt{I^2 + Q^2}\right)}{2}$  y dicha segunda señal de control como  $\frac{\arctan\left(\frac{Q}{I}\right) + \arcsen\left(\sqrt{I^2 + Q^2}\right)}{2}$ .

3. Sistema de modulación según la reivindicación 1, en el que dicho primer y dicho segundo moduladores de envolvente constante (5, 6) son unos moduladores de envolvente constante analógicos configurados para modular una señal sinusoidal en fase basándose en dicha primera y dicha segunda señales de control.

4. Sistema de modulación según la reivindicación 3, que comprende asimismo un primer limitador (10) configurado para convertir la señal de salida de dicho primer modulador de envolvente constante (5) en una señal de dos niveles, antes de que la misma se suministre hacia dicha unidad combinatoria (12), y un segundo limitador (11) configurado para convertir la señal de salida de dicho segundo modulador de envolvente constante (6) en una señal de dos niveles, antes de que la misma se suministre a dicha unidad combinatoria (12).

5. Sistema de modulación según la reivindicación 1, en el que dicho primer y dicho segundo moduladores de envolvente constante (5, 6) son moduladores de envolvente constante digitales que dan salida a una señal de impulsos respectiva, en la cual los tiempos de transición se modulan basándose en dicha primera y dicha segunda señales de control, respectivamente.

6. Sistema de modulación según la reivindicación 1, en el que dicha unidad combinatoria (7) comprende un circuito *or* exclusiva lógica.

7. Sistema de modulación según la reivindicación 1, en el que dicha unidad combinatoria comprende un circuito *nor* exclusiva lógica.

8. Sistema de modulación según la reivindicación 1, en el que dicha unidad combinatoria (12) comprende un mezclador analógico.

9. Sistema de modulación según la reivindicación 1, que comprende asimismo un amplificador de potencia en modo de conmutación (8) configurado para amplificar dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, proporcionada por dicha unidad combinatoria (7, 12).

10. Sistema de modulación según la reivindicación 9, que comprende asimismo por lo menos un elemento de entre un filtro pasabanda (9) y un filtro pasabajos configurado para generar una señal de envolvente variable a partir de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, amplificada, proporcionada por dicho amplificador de potencia en modo de conmutación (8).

11. Método para generar una señal modulada, comprendiendo dicho método:

modular una señal según una primera señal de control para obtener una primera señal de envolvente constante modulada; y

## ES 2 293 260 T3

modular una señal de acuerdo con una segunda señal de control para obtener una segunda señal de envolvente constante modulada;

estando **caracterizado** dicho método porque se combinan dicha primera señal de envolvente constante modulada y dicha segunda señal de envolvente constante modulada en una única señal modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, en la que la información destinada a ser representada por una modulación de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, se codifica en dicha primera señal de control y dicha segunda señal de control, en la que una frecuencia central de dicha primera señal de envolvente constante y de dicha segunda señal de envolvente constante antes de la modulación se selecciona de manera que sea la mitad de una frecuencia central deseada de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles.

12. Método según la reivindicación 11, en el que dicha primera señal de control se calcula como

$$\frac{\arctan\left(\frac{Q}{I}\right) + \arcsen\left(\sqrt{I^2 + Q^2}\right)}{2}$$

y en el que dicha segunda señal de control se calcula como

$$\frac{\arctan\left(\frac{Q}{I}\right) + \arcsen\left(\sqrt{I^2 + Q^2}\right)}{2}$$

, siendo I un componente en fase y Q un componente en cuadratura de una señal de modulación analógica que contiene dicha información la cual está destinada a dicha representación mediante dicha modulación de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles.

13. Método según la reivindicación 11, en el que dicha primera y dicha segunda señales de envolvente constante son señales sinusoidales las cuales se modulan en fase basándose en dicha primera y dicha segunda señales de control.

14. Método según la reivindicación 11, que comprende asimismo la conversión de dicha primera señal de envolvente constante modulada y de dicha segunda señal de envolvente constante modulada en señales respectivas de dos niveles antes de combinarlas.

15. Método según la reivindicación 11, en el que dicha primera señal de envolvente constante modulada y dicha segunda señal de envolvente constante modulada son señales de envolvente constante de impulsos, en las cuales se modulan los tiempos de transición basándose en dicha primera señal de control y dicha segunda señal de control.

16. Método según la reivindicación 11, que comprende asimismo la amplificación de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, por medio de un amplificador de potencia en modo de conmutación.

17. Método según la reivindicación 16, que comprende asimismo la generación de una señal de envolvente variable mediante la filtración de dicha señal única modulada por anchura de impulsos, de dos niveles, amplificada.



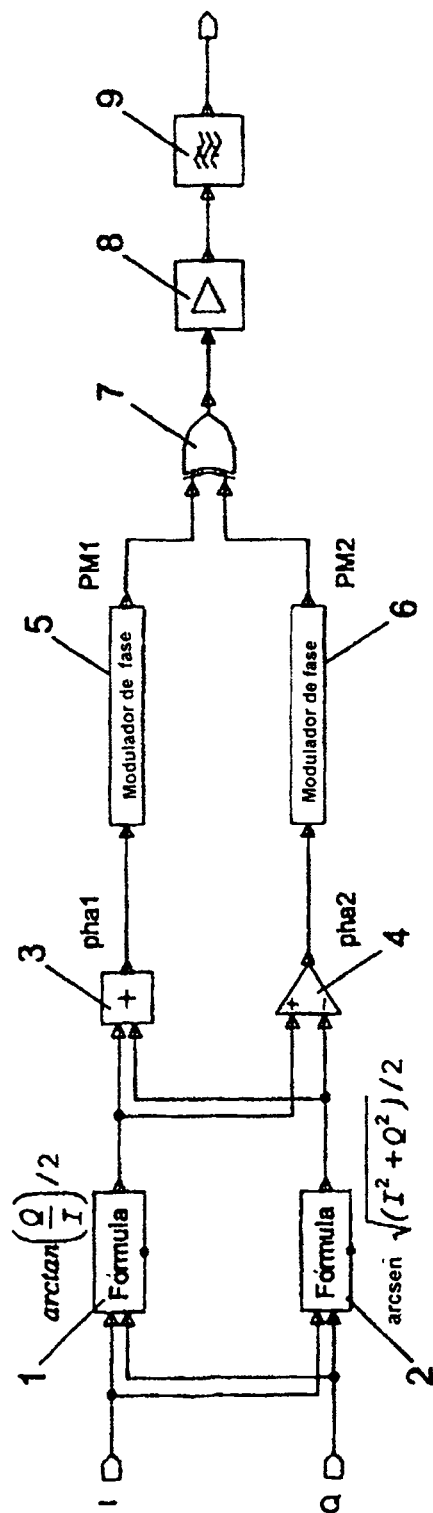


FIG. 1

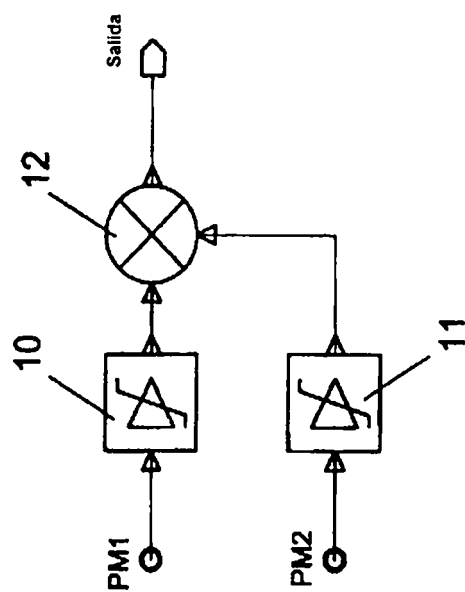


FIG. 2