



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 280 987**

51 Int. Cl.:
H03F 3/217 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04761004 .3**

86 Fecha de presentación : **13.05.2004**

87 Número de publicación de la solicitud: **1623500**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **08.02.2006**

54 Título: **Amplificador de potencia de conmutación digital y haz de energía colimado y dirigido.**

30 Prioridad: **13.05.2003 US 436943**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.09.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.09.2007

73 Titular/es: **RAYTHEON COMPANY**
870 Winter Street
Waltham, Massachusetts 02451-1449, US

72 Inventor/es: **Habboosh, Namir, W. y**
Cohen, Martin, L.

74 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

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

Amplificador de potencia de conmutación digital y haz de energía colimado y dirigido.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a amplificadores de potencia y, más particularmente, a amplificadores en puente.

Antecedentes

10 Como se sabe en el ámbito de la técnica, los amplificadores de potencia presentan un amplio rango de aplicaciones. Uno de dichos amplificadores de potencia es el amplificador de puente. En la patente US nº 2.235.677 de S. Gubin, titulada "Amplifier for Signal Transmission" y publicada el 18 de marzo de 1941, se describe uno de los primeros
15 amplificadores en puente. En el amplificador de puente descrito en la patente de Gubin, se empleaban dispositivos de emisión termoiónica. Con la aparición de los transistores, el amplificador de Gubin se mejoró incluyendo una señal de retroalimentación para detectar desajustes en los transistores y aplicar de ese modo una tensión de compensación a los electrodos de control de los transistores para mantener una identidad aparente en las características funcionales de los transistores. Dicha mejora se describe en la patente US nº 3.157.839, publicada el 17 de noviembre de 1964, titulada "Transistor Bridge Amplifier with a Bias Compensation Circuit Therefor", H.B. Brown *et al.* Se efectuaron
20 otras mejoras en el amplificador de puente utilizando, entre otras cosas, un par de señales de retroalimentación, una de las cuales era proporcional a la corriente que pasaba a través de la carga conectada a la salida del amplificador, y la otra, proporcional a la tensión que se generaba a través de la carga. Dicho amplificador de puente mejorado se describe en la patente US nº 4.092.610, publicada el 30 de mayo de 1978, titulada "Modulated Carrier Amplifying System", Benjamin J. White, George Moreau, Robert E. Dworkin, cedida al mismo cesionario de la presente invención.

25 Como se describe en la patente US nº 4.092.610, la señal que se va a amplificar se modula con una señal portadora una vez que se ha combinado con la señal de retroalimentación, y la señal resultante se proporciona al amplificador de puente. En la Figura 1, se representa un circuito amplificador 10 de este tipo. Por lo tanto, la señal de entrada se introduce en un amplificador analógico sumador 12 con un par de señales de retroalimentación. Una de dichas
30 señales de retroalimentación V_{FB1} es una función de la tensión V_L generada a través de los terminales de salida 14a, 14b de un amplificador de puente 13, y la otra señal de retroalimentación V_{FB2} es una función de la corriente I_L que fluye hasta los terminales de salida 14a, 14b. La salida del amplificador sumador 12 se combina con la señal moduladora (en este caso, por ejemplo, una tensión de onda rectangular o de onda en diente de sierra) generada por el generador de señales portadoras 15, en un par de comparadores 16a, 16b. Los comparadores 16a, 16b generan un par
35 de señales de conmutación sometidas a modulación de anchura de impulso (PWM) PWM_1 y PWM_2 , respectivamente. Se proporcionan los inversores 18a, 18b para generar un par complementario de señales sometidas a modulación de anchura de impulso, PWM_1' y PWM_2' , respectivamente. Las cuatro señales PWM se pasan al amplificador conmutador en puente 13 representado. El amplificador conmutador en puente 13 incluye cuatro elementos amplificadores, que en este caso son los transistores 22a, 22b, 22c y 22d dispuestos de la forma representada en un circuito de puente que
40 presenta cuatro nodos N_1 , N_2 , N_3 y N_4 . Los nodos N_1 y N_3 están conectados a través de una fuente de tensión $+V_s$ y los nodos N_2 y N_4 están conectados a los terminales de salida 14a, 14b. Los terminales de salida 14a, 14b están conectados a la carga, representada aquí por una resistencia R_L , de la manera que se describirá en mayor detalle más adelante. Se dispone también de unos diodos de conmutación 24a, 24b, 24c y 24d dispuestos de la manera representada. En la patente US nº 4.092.610 mencionada anteriormente, se proporciona información sobre el funcionamiento y otros
45 detalles del circuito representado en la Figura 1.

Como se describe en la patente US nº 4.092.610, el amplificador de puente 13 comprende además un transformador 17 que presenta un devanado de entrada acoplado por medio de un condensador a un par de nodos opuestos, en este caso, los nodos N_2 y N_4 del circuito de puente. También se dispone de un sensor de corriente 19 acoplado en serie
50 con el devanado de entrada para proporcionar una tensión en la línea 21 con una magnitud proporcional a la corriente del devanado de entrada. El sensor de corriente 19 comprende un transformador que presenta una sola espira de cable como devanado de entrada y varias espiras de cable como devanado de salida, y un potenciómetro acoplado a través de los terminales del devanado de salida. El sensor de corriente 19 tiene una impedancia despreciable al circuito del devanado de entrada. El transformador 17 presenta un devanado, que acopla la señal del devanado por medio de las
55 líneas 23 a un filtro 25. El devanado proporciona una tensión entre las líneas 23, que es proporcional a la tensión generada por el devanado. La tensión de las líneas 21 y 23 proporciona señales de retroalimentación que se suman entre sí y con la señal de entrada en el amplificador sumador 12, como se ha indicado anteriormente.

Tal como se ha descrito, los terminales de salida 14a, 14b se acoplan, por medio del transformador 17, al filtro 25.
60 El filtro 25 comprende, a título de ejemplo, un circuito tanque resonante que incluye un inductor, un condensador y una derivación capacitiva, que incluye una resistencia y un condensador. El tanque resuena a la frecuencia de repetición de la señal de frecuencia portadora generada por el generador 15. El circuito del tanque bloquea, pues, el paso de señales a la frecuencia de repetición, mientras que la derivación elimina los armónicos de la señal de entrada, proporcionando de ese modo una banda de rechazo que reduce al mínimo la aparición de componentes de frecuencias portadoras y
65 armónicas en la carga (en este caso, un transductor) o el proyector. Un condensador conectado en serie con el tanque bloquea la corriente continua desde la carga. La carga se representa como un elemento, R_L , que actúa conjuntamente con el filtro para proporcionar la banda de paso mencionada anteriormente.

En funcionamiento, cuando las unidades amplificadoras (es decir, los transistores 22a, 22d) conducen corriente de forma simultánea, los elementos amplificadores (es decir, los transistores 22b, 22c) no conducen corriente. Por el contrario, cuando los elementos amplificadores (es decir, los transistores 22b, 22c) son impulsados por señales de conmutación que se van a conducir corriente de forma simultánea, los elementos amplificadores (es decir, los transistores 22a y 22d) no conducen corriente. Por lo tanto, en el devanado de entrada del transformador 17, la dirección de la corriente se alterna para proporcionar tanto impulsos positivos como negativos de corriente a la carga R_L . Considerando el filtrado proporcionado por el filtro 25 y la reactancia en la carga R_L y los elementos del amplificador de puente 13, la señal que aparece en la carga R_L presenta una amplitud instantánea que sigue a la de la señal de entrada introducida en el sistema amplificador 10. La utilización de cuatro transistores en el amplificador de puente 13 permite aplicar a la carga una cantidad de potencia superior a la que se podría aplicar simplemente mediante uno o dos transistores. Además, el funcionamiento en secuencia de las ramas del puente permite reducir el valor medio de la disipación de potencia en cada uno de los cuatro transistores.

Las patentes US nº 4.773.096, US nº 6.107.876 y US nº 6.466.087 dan a conocer amplificadores de potencia de conmutación digital.

Una de las aplicaciones del sistema amplificador 10 representado en la Figura 1 es un sistema de sónar. Dicho sistema, representado en la Figura 2, comprende un generador de formas de onda digitales 30 que genera muestras digitales de energía de ondas acústicas. Las muestras digitales se pasan a una red de conformación del haz de transmisión 32. La red de conformación del haz presenta una pluralidad de puertas de salida, cada una de las cuales genera las muestras digitales que representan una ráfaga de energía de ondas acústicas con un retardo temporal predeterminado, de conformidad con la dirección de transmisión deseada de la ráfaga de energía. Es decir, la red de conformación del haz 32 se utiliza para proporcionar un haz colimado y dirigido de energía acústica. Las muestras digitales de cada una de las puertas de salida se aplica a un convertidor digital-analógico (D/A) 34, representado en la figura, para su conversión en ráfagas de energía acústica analógicas (es decir, continuas en el tiempo). Estas ráfagas de energía se introducen en el correspondiente sistema amplificador 10 de la pluralidad representada en la Figura 1. Las ráfagas amplificadas de energía acústica se introducen en conjuntos seleccionados de transductores, o de los proyectores 36 de un conjunto de proyectores 36, a través de una red de conmutación de apertura 38 como la representada.

Sumario de la invención

La presente invención se define en la reivindicación independiente a la cual se hará referencia a continuación. Las características ventajosas se exponen en la reivindicación subordinada.

Descripción de los dibujos

La Figura 1 es un diagrama esquemático de un amplificador de conmutación según la técnica anterior;

la Figura 2 es un diagrama de bloques de un sistema transmisión de energía ondulatoria en el que se utiliza el amplificador de conmutación de la Figura 1 según la técnica anterior;

la Figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema de transmisión de energía ondulatoria según la presente invención; y

la Figura 4 es un diagrama de bloques funcionales del sistema de la Figura 3.

Los elementos similares de las figuras se designan por símbolos de referencia similares.

Descripción detallada

En la Figura 3, se representa el aparato 100 para transmitir un haz colimado y dirigido de energía ondulatoria. En este caso el aparato es un sónar (por ejemplo de energía de ondas acústicas), aunque debe tenerse en cuenta que pueden compararse y detectarse otros tipos de energía ondulatoria, tales como los radares (energía de ondas electromagnéticas). El aparato 100 incluye una red de conformación del haz 102 alimentada por una fuente de energía ondulatoria 104. La fuente de energía 104 puede ser un generador de formas de onda digitales que genera muestras digitales de energía, cuando la forma de la energía es conocida *a priori*. Pueden utilizarse otras fuentes, tales como un tren de datos continuo, cuando se capta voz a través de un micrófono y se pasa a través de un convertidor analógico-digital para proporcionar un tren de datos continuo. En la presente forma de realización, el generador de formas de ondas 104 incluye una pluralidad de secciones de generador de formas de onda digitales 104', que en este caso son unas memorias de acceso aleatorio (RAM) en las que se han almacenado muestras digitales de una ráfaga, o impulso, de energía de ondas acústicas. Las muestras digitales de cada ráfaga se generan a una velocidad que es tres o cuatro veces el ancho de banda más alto del impulso.

Las muestras digitales generadas por cada una de las secciones del generador de formas de ondas digitales 104' se introducen en un correspondiente filtro de respuesta finita al impulso (FIR) de la pluralidad 102' existente en la red de conformación del haz 102 representada. Los filtros FIR 102' proporcionan interpolación a las muestras digitales recibidas, incrementando de ese modo la frecuencia de muestreo digital efectiva hasta alrededor de diez veces el ancho de banda del impulso. Como se indicará más adelante, este factor de interpolación es programable.

Las salidas interpoladas de los filtros FIR proporcionan un retardo “fino” para la conformación del haz. Se proporciona un retardo “grueso” por medio de la indexación (o desfase) de los datos de la RAM. Lo que genera el haz colimado es la combinación del retardo grueso y el fino, acoplada a la atenuación de la amplitud (es decir, el sistema amplificador, que se va a describir). Estos retardos temporales se seleccionan para proporcionar, a través de las salidas de la red de conformación del haz 104, datos que representan un haz colimado de energía que presenta una dirección concordante con las señales digitales introducidas en la red de conformación del haz 104 por un ordenador de orientación del haz convencional, no representado. Por lo tanto, la red de conformación del haz 104 acopla las muestras digitales de la energía ondulatoria con la distribución de los retardos temporales a través de las puertas de salida de la red 104, realizándose dicha distribución de los retardos temporales de conformidad con la dirección del haz de energía ondulatoria transmitido.

Cada una de las salidas digitales de la red de conformación del haz 104 (es decir, las salidas de los filtros FIR 104') se proporciona a un correspondiente sistema amplificador de una pluralidad 10'. Cada uno de los sistemas amplificadores 10' incluye un generador de señales portadoras digitales 112. El generador de señales portadoras 112 genera muestras digitales de una señal de frecuencia portadora (en este caso, por ejemplo, una forma de onda en diente de sierra). Como se describirá, el generador de formas de onda de señal portadora 112 es programable. El generador de señales portadoras 112 puede ser, por ejemplo, una memoria digital (p.ej. una DRAM) para almacenar muestras de la señal portadora, o un procesador digital para generar dichas muestras a partir de unos datos almacenados *a priori* que representan la forma de onda portadora, es decir, la pendiente, la duración en el tiempo de la pendiente, etc.

Cada uno de los sistemas amplificadores 10' incluye un sumador digital 114. El sumador digital 114 recibe las muestras digitales generadas por el filtro FIR 102' con el que está acoplado. Asimismo, el sumador digital 114 recibe las muestras digitales que representan las corrientes y las tensiones generadas en el amplificador de puente 13 descrito en la Figura 1 e incluido en el sistema amplificador 10'. Más particularmente, las tensiones V_{FB1} y V_{FB2} generadas por el circuito de puente 13 (Figura 1) se pasan a los convertidores analógico-digitales 116a, 116b, respectivamente, como se indica. Las muestras digitales generadas por los convertidores 116a, 116b se introducen en los filtros de respuesta infinita al impulso (IIF) 118a, 118b, respectivamente. Debe observarse que estos filtros IIR son programables y permiten ajustar el sistema para adaptarlo a las características del puente y la carga. Las muestras digitales filtradas generadas por los convertidores 118a, 118b se proporcionan al sumador digital 114 representado. El sumador digital 114 combina los tres conjuntos de muestras digitales recibidas en una señal digital compuesta. La señal digital compuesta se pasa a un par de comparadores digitales 120a, 120b, siendo las señales pasadas al comparador 120b complementadas primero por un inversor 119. Asimismo, los comparadores 120a, 120b reciben las muestras digitales de la señal moduladora generada por el generador de señales portadoras 112, tal como se ha indicado.

La salida del comparador digital 120a es un tren PWM de la señal lógica (Q_A) y su complemento Q_A' . Estas señales proporcionan las señales de conmutación para los transistores 22a, 22b, respectivamente, descritos anteriormente en relación con la Figura 1. La salida del comparador digital 120b es también un tren PWM de la señal lógica (Q_B) y su complemento Q_B' . Estas señales proporcionan las señales de conmutación para los transistores 22c, 22d, respectivamente, descritos anteriormente en relación con la Figura 1.

Por lo tanto, la red de conformación del haz 102 puede construirse como una pluralidad de secciones, en este caso M, o canales de amplificación 103₁ a 103_M, como se indica. Cada uno de los canales 103₁ a 103_M incluye: (a) una fuente 104' de muestras digitales de la energía ondulatoria; (b) un filtro digital 102' que recibe las muestras digitales para proporcionar un retardo temporal a la réplica y (c) un sistema de amplificación 10'. El sistema de amplificación 10' incluye un amplificador de puente 13. El amplificador de puente 13 incluye una pluralidad de elementos amplificadores, que en este caso son los transistores 22a a 22d, dispuestos en las ramas de un circuito de puente. Dicho circuito de puente presenta un primer par de nodos que está acoplado a través de una fuente de tensión y un segundo par de nodos que está acoplado a una carga. Los elementos amplificadores reciben una pluralidad de señales de conmutación, Q_A , Q_A' , Q_B y Q_B' . El amplificador de puente 13 genera una señal de retroalimentación que representa la corriente que pasa a través del circuito de puente y una tensión generada por el puente a través del segundo par de nodos. La sección del convertidor analógico-digital 116a y 116b recibe la señal de retroalimentación para convertirla en una correspondiente señal de retroalimentación digital. El sumador digital 114 recibe las muestras digitales de la señal que va a ser amplificada por el sistema de amplificación, y la señal de retroalimentación digital, para generar una señal digital compuesta. La sección del modulador 120a, 120b recibe la señal digital compuesta y la señal generada por la fuente de señales portadoras 112 para generar la pluralidad de señales de conmutación para los elementos amplificadores 22a a 22d del amplificador de puente 13.

Se incluye un conjunto de elementos transmisores 35, que en este caso comprende los proyectores 36. El conjunto de proyectores 36 se acopla selectivamente a la pluralidad de secciones de amplificación 10' por medio de una sección de conmutación de apertura 38.

Con referencia a la Figura 4, se representa un diagrama de bloques funcionales del sistema transmisor 100 de la Figura 3. En este caso, el sistema 100 representado incluye una interfaz 201 entre un par de “otros sistemas”, no representados. Debe observarse que la interfaz del sistema 201 puede ser un módulo autónomo para utilizar en un correspondiente canal del grupo de canales 103₁ a 103_M. Por lo tanto, cada uno de dichos módulos, o interfaz 201, incluye un filtro FIR 102' y un sistema amplificador 10', representados en la Figura 3.

Uno de los pares de “otros sistemas” proporciona a la interfaz 201 datos de formas de onda, mensajes de control y coeficientes de filtro IIR y FIR. Dicho par de “otros sistemas” recibe información de estado e información de control de rendimiento (PM) y de localización de fallos (FL) desde la interfaz y desde el otro sistema (en este caso, la red de conmutación de apertura 38 acoplada a la interfaz 201).

La interfaz 201 incluye un codificador/decodificador de mensajes 203 acoplado a una sección de memoria tampón de datos 200 y la red de conformación del haz 204 (Figura 3), el sumador digital 114, el modulador (es decir, los comparadores 120a, 120b) y el amplificador de puente 13 por medio de un bus 105. Los datos/bus de control 205, junto con la salida del amplificador de puente 13, se acoplan a una red de conmutación de apertura 38 y los proyectores 36, como se ha indicado.

La sección de memoria tampón de datos 200 incluye una pluralidad de memorias digitales 202, 204, 206, 208 y 210. En la memoria 202, se almacenan las muestras digitales de la forma de onda que va a transmitirse, siendo conocida dicha forma de onda *a priori*, y dichas muestras se almacenan en las secciones del generador de formas de onda 104' (Figura 3) y se proporcionan a la red de conformación del haz 104. En la memoria 204, se almacenan los coeficientes de retardo temporal grueso para los filtros FIR 102' (Figura 3) utilizados en la red de conformación del haz 104. En la memoria 206, se almacenan los datos de interpolación y de retardo temporal fino utilizados por los filtros FIR 102' en la red de conformación del haz 102. En la memoria 208, se almacenan los parámetros de modulación (p.ej., la pendiente, etc.) de la forma de onda de modulación generada por el generador 112 (Figura 3). Los coeficientes de retroalimentación para los filtros IIR 118a, 118b (Figura 3) se almacenan en la memoria 210.

Por lo tanto, con referencia tanto a la Figura 3 como a la Figura 4, las salidas de la red de conformación del haz 104 se combinan en el sumador 114 con las salidas de procesamiento de la retroalimentación (es decir, los IIR 118a, 118b) para generar la señal compuesta. La señal digital compuesta es modulada con la señal portadora generada por el generador de señales portadoras 112 para generar las señales de conmutación Q_A , Q_B y las señales complementarias Q_A' , Q_B' , respectivamente, para el amplificador de puente 13 (Figura 1).

Por lo tanto, la interfaz 201 envía información de estado, de control del rendimiento y de localización de fallos a los elementos de control del sistema (es decir, otros sistemas no representados) por medio del bus 205. El decodificador/codificador de mensajes proporciona la interfaz entre el procesador principal/generador de formas de onda (es decir, el primer par mencionado de “otros sistemas”) y el subsistema de transmisión (es decir, la red de conmutación de apertura 38, que es el segundo par mencionado de “otros sistemas”). El decodificador/codificador de mensajes realiza las acciones siguientes: decodifica los mensajes recibidos y almacena los diversos datos y parámetros de procesamiento en la sección de memoria tampón de datos 200. Transmite los datos y la información de control necesarios a los otros elementos del subsistema de transmisión, lee los datos de estado y de control del rendimiento de estos elementos y los codifica para su transmisión hasta la función de sistema de control externo, que realiza la temporización y la sincronización del sistema.

Como se ha indicado anteriormente, la señal que se va a amplificar y transmitir es recibida como un tren de datos digital. El tren de datos digital es recibido por el codificador/decodificador de mensajes 202. Como se ha indicado anteriormente, la señal puede ser una señal continua o un impulso. El impulso es utilizado o puede ser utilizado repetitivamente como en un tren de impulsos de s3nar. Por otra parte, si se desea utilizar un conjunto limitado de señales de impulso, entonces estas señales pueden almacenarse de antemano en una memoria de s3lo lectura (ROM) como parte del procedimiento de fabricaci3n.

La funci3n de conformaci3n del haz de transmisi3n comprende, como se ha indicado, una funci3n de retardo grueso y una funci3n de interpolaci3n y retardo fino. La funci3n de retardo grueso aplica a cada canal de transmisi3n 103_1 a 103_M (Figura 3) un retardo independiente en incrementos de tiempo de la frecuencia de muestreo de la forma de onda proporcionada. El ordenador de orientaci3n del haz, no representado, define los retardos para cada canal 103_1 a 103_M (Figura 3) que se genera. La funci3n de interpolaci3n y de retardo fino incrementa la frecuencia de muestras de datos para obtener un retardo de tiempo de transmisi3n m3s preciso para cada canal 103_1 a 103_M (Figura 3) y obtener una frecuencia de muestreo compatible con el procedimiento de modulación. Esto se consigue calculando un filtro digital, en este caso, con el FIR 102, para cada canal de transmisi3n 103_1 a 103_M (Figura 3). El filtro FIR 102 se calcula a una frecuencia igual a N veces la frecuencia de muestreo de entrada, siendo N un entero del orden de 10, utilizando un conjunto de coeficientes de filtro FIR para cada pasada y cada canal. Esta tasa de interpolaci3n, es decir, el valor entero 10, es programable. El tama3o del filtro FIR 103, es decir el n3mero de coeficientes utilizados por el filtro, y la tasa de interpolaci3n N pueden adaptarse a los requisitos de los diferentes sistemas.

Para cada canal 103_1 a 103_M (Figura 3), la corriente y la tensi3n anal3gica de salida se someten a muestreo, conversi3n anal3gico-digital mediante los convertidores A/D 116a, 116b, respectivamente, y filtraci3n digital mediante los filtros IIR 118a y 118b, respectivamente. Los datos de retroalimentaci3n filtrados digitalmente se combinan en el sumador digital 114 con las muestras de la forma de onda de transmisi3n filtradas digitalmente mediante un filtro FIR, a una frecuencia igual a la frecuencia de muestreo de forma de onda interpolada. Los resultados se suministran a los comparadores 120a, 120b como se ha descrito anteriormente para llevar a cabo la funci3n de modulación y generar, de ese modo, las señales de conmutaci3n Q_A , Q_A' , Q_B , Q_B' para el amplificador de puente 13. Se utilizan coeficientes de filtro IIR separados en cada uno de los filtros IIR 118a, 118b. Es posible incrementar o reducir el n3mero de canales de retroalimentaci3n para adaptarse a la modulación de 3 estados, 5 estados, 7 estados, 9 estados o n estados, siendo n un n3mero entero. El tama3o del filtro IIR puede ajustarse para satisfacer los requisitos de los diferentes sistemas.

ES 2 280 987 T3

El generador de señales portadoras 112 calcula digitalmente las diversas formas de onda de modulación (en diente de sierra, triangulares, etc.). La fase inicial y la frecuencia de estas formas de onda son programables, con lo cual los canales de transmisión separados 103_1 a 103_M (Figura 3) pueden utilizar señales portadoras no sincrónicas. La capacidad programable del generador de señales portadoras 112 permite el funcionamiento con sistemas de modulación alternativos. El generador de señales de modulación (es decir, los comparadores 120a, 120b) genera (es decir, calcula digitalmente) un conjunto de señales de modulación de anchura de impulso, Q_A , Q_B , y sus complementos, Q_A' , Q_B' , respectivamente, comparando la forma de onda interpolada con la señal portadora generada por el generador de señales portadoras 112. Las señales binarias resultantes, Q_A , Q_A' , Q_B , Q_B' son sometidas a un posterior procesamiento según la topología del circuito de salida y las características de los componentes del amplificador de puente 13 para controlar el funcionamiento de los elementos de conmutación de alta tensión (es decir, los transistores 22a, 22b, 22c y 22d, junto con los diodos 24a, 24b, 24c, 24d), de la forma descrita en la patente US n.º 4.092.610 mencionada anteriormente. En este procesamiento adicional, se utiliza un conjunto de funciones lógicas cuya finalidad fundamental es garantizar las características particulares de conexión-desconexión del transistor, de tal forma que el puente nunca pase a un estado no deseable (por ejemplo, en un estado en el que dos transistores activos conectan la potencia de alta tensión directamente a tierra).

Aunque en la presente memoria se ha descrito un grupo de formas de realización de la presente invención, debe tenerse en cuenta que es posible realizar diversas modificaciones a éstas sin apartarse del alcance de la presente invención, definido en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Aparato para transmitir un haz colimado y dirigido de energía ondulatoria (100), que comprende:

(A) una red de conformación del haz (102) alimentada por una fuente de muestras digitales de energía ondulatoria (104) y que presenta una pluralidad de puertas de salida, acoplando dicha red de conformación del haz acopla las muestras digitales de la energía ondulatoria con la distribución de los retardos temporales a través de las puertas, concordando dicha distribución de los retardos temporales con la dirección del haz de energía ondulatoria transmitido, comprendiendo dicha red de conformación del haz:

una pluralidad de secciones de amplificación (103), comprendiendo cada una de ellas:

(a) una fuente de muestras digitales de la energía ondulatoria (104);

(b) un filtro digital (102) alimentado por muestras digitales para proporcionar un retardo temporal a las muestras;

(c) un sistema de amplificación (10) que comprende:

(i) un amplificador de puente (13) que comprende una pluralidad de elementos amplificadores dispuestos en las ramas de un circuito de puente, estando acoplado un primer par de nodos del circuito de puente a través de una fuente de tensión y estando acoplado un segundo par de nodos del circuito de puente a una carga, siendo alimentados dichos elementos amplificadores por una pluralidad de señales de conmutación, y generando dicho amplificador de puente unas respectivas señales de retroalimentación que representan la corriente que pasa a través del circuito de puente y la tensión generada por el puente a través del segundo par de nodos;

(ii) una sección de convertidor analógico-digital (116a, 116b) alimentada por la señal de retroalimentación para convertir dicha señal de retroalimentación en una correspondiente señal de retroalimentación digital;

(iii) un sumador digital (114) alimentado por muestras digitales de la señal que va a ser amplificada por el sistema de amplificación, y la señal de retroalimentación digital para generar una señal digital compuesta; y

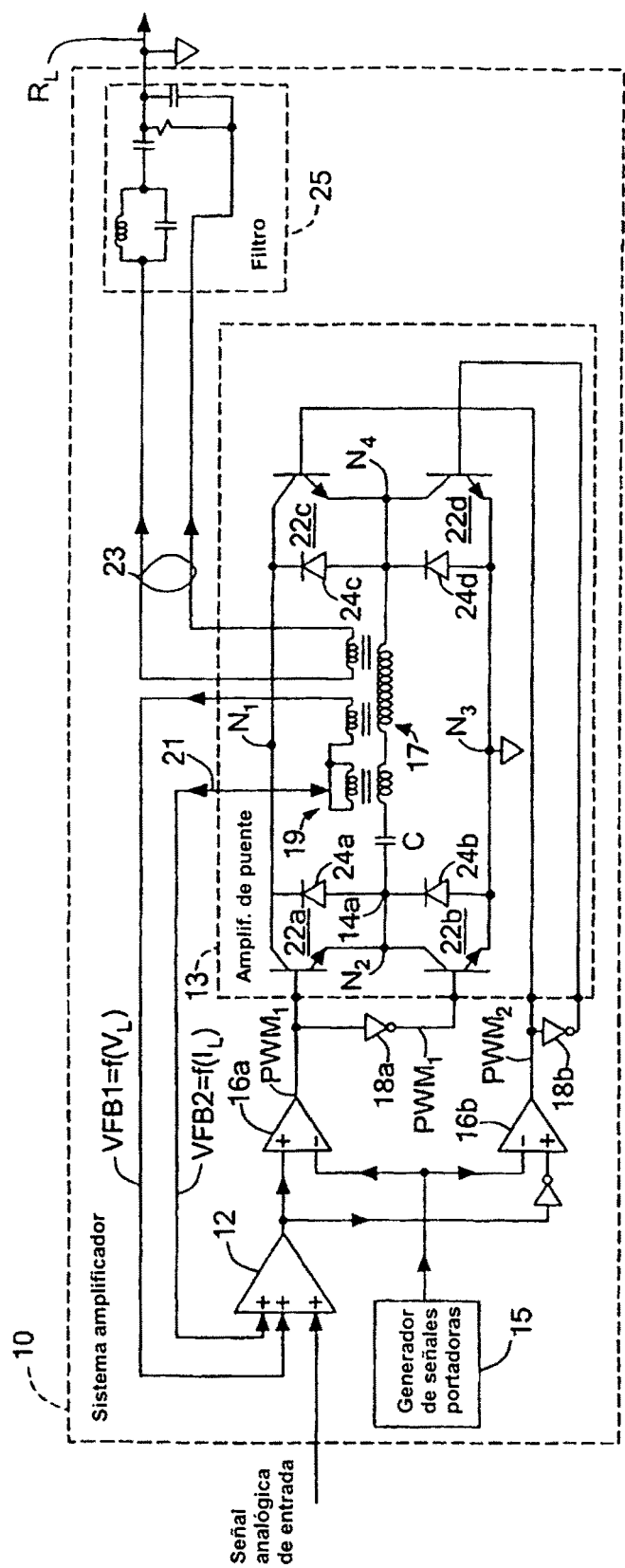
(iv) una sección de modulador alimentada por la señal digital compuesta y una señal generada por una fuente de señales portadoras (112) para generar la pluralidad de señales de conmutación para los elementos amplificadores del amplificador de puente;

(B) un conjunto de elementos transmisores (36) acoplados a la pluralidad de secciones de amplificación.

2. Aparato según la reivindicación 1, en el que la sección de modulador comprende:

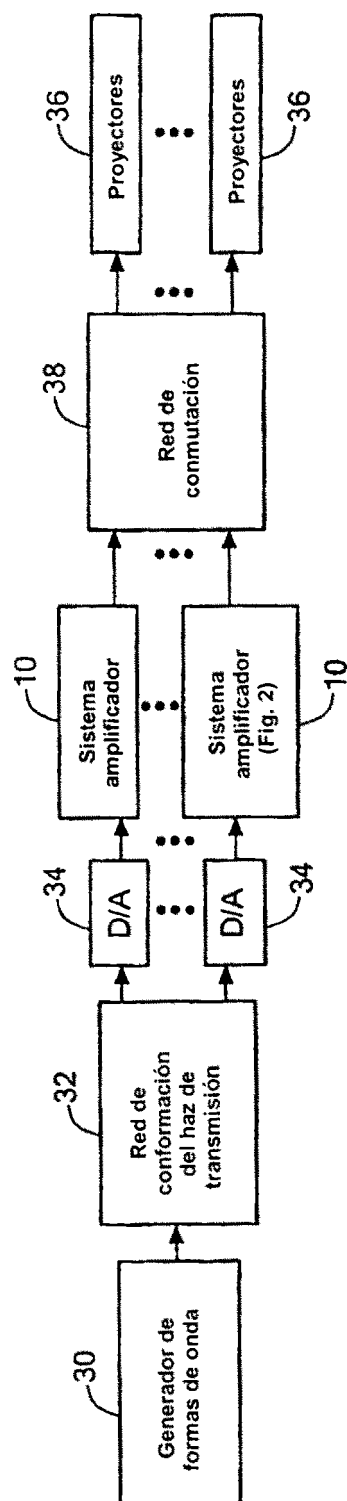
una fuente de señales portadoras (112) para generar las señales digitales que representan las señales de frecuencia portadora; y

una sección de comparador (120a, 120b) alimentada por la señal digital compuesta y la señal generada por la fuente de señales portadoras para generar la pluralidad de señales de conmutación para los elementos amplificadores del amplificador de puente.



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 1



TÉCNICA ANTERIOR

FIG. 2

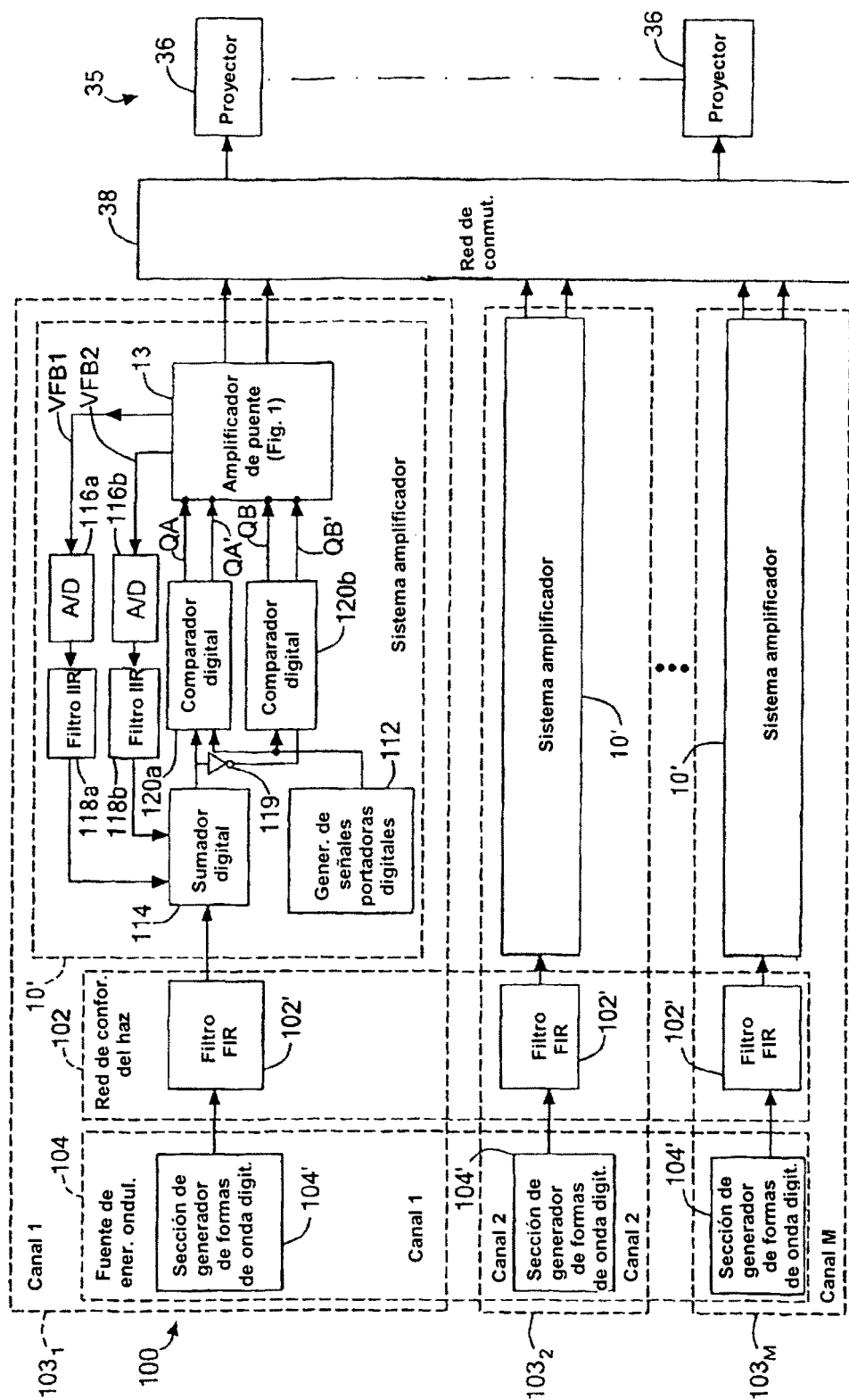


FIG. 3

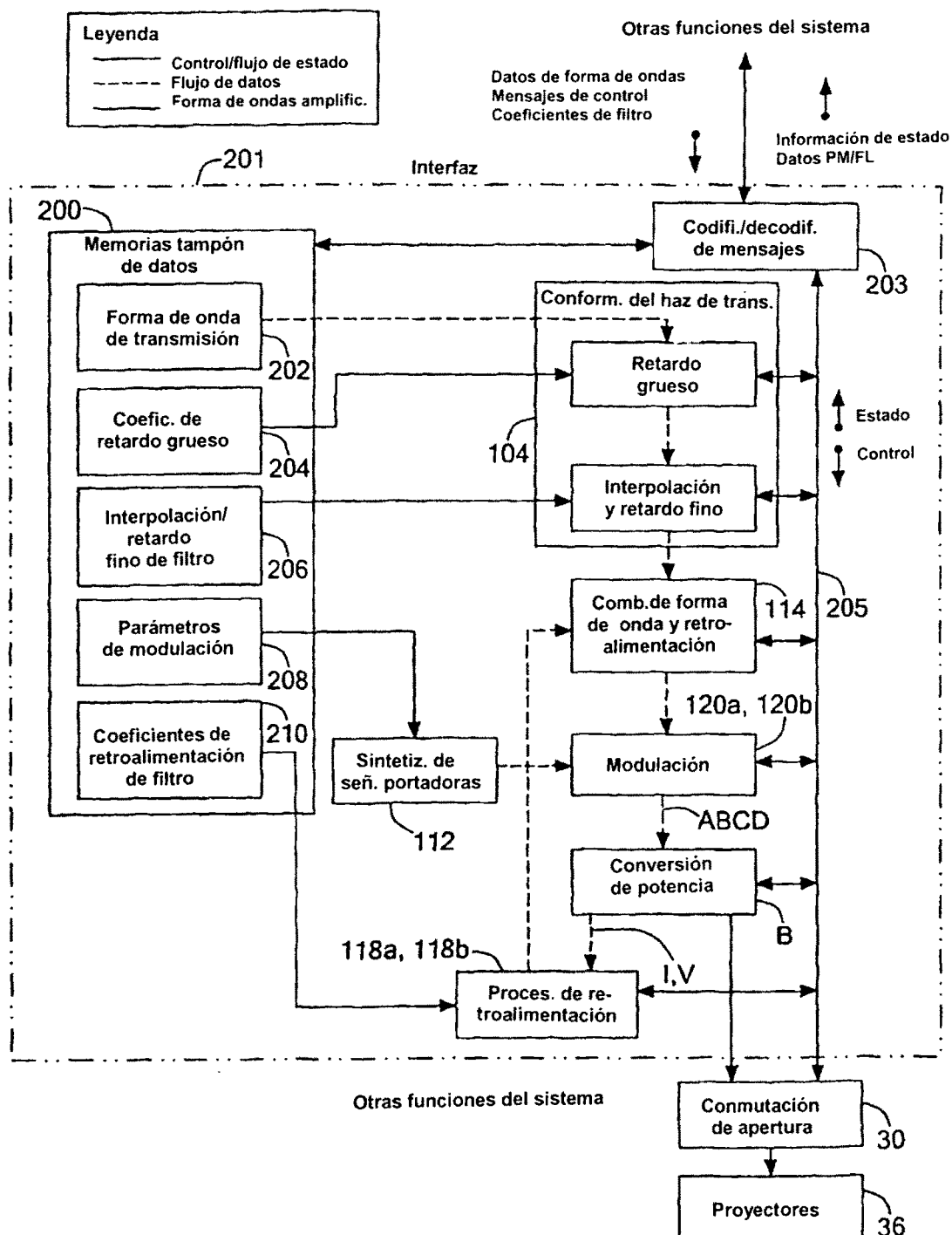


FIG. 4