

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 103**

51 Int. Cl.:

H04B 1/04 (2006.01)

H03F 3/189 (2006.01)

H03F 3/68 (2006.01)

H03F 3/72 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02709165 .1**

96 Fecha de presentación: **22.01.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1356599**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2003**

54 Título: **Compensación de cambio de fase de amplificador**

30 Prioridad:
25.01.2001 US 770035

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.05.2012

73 Titular/es:
Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)
164 83 Stockholm , SE

72 Inventor/es:
SOUROUR, Essam y
REFAI, Wail

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 381 103 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

Compensación de cambio de fase de amplificador.

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La presente invención se refiere de manera general a los sistemas de comunicación inalámbricos, y particularmente a la transmisión de la señal RF en tales sistemas.

10 Los sistemas de comunicación inalámbricos, tales como las redes de telefonía celular, típicamente se basan en uno o más esquemas de comunicación estandarizados. Ejemplos de estándares de interfaz aérea incluyen una variedad de esquemas usados con grados de prevalencia que varían en todo el mundo. La Asociación de Industrias de Telecomunicación (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA) publican como estándar conocido como TIA/EIA-136, el cual es un estándar Norteamericano usado comúnmente. El estándar TIA/EIA-136 proporciona comunicación digital y servicios de datos basados en las técnicas de Acceso Múltiple por División en el Tiempo (TDMA) tanto a 800 MHz como a 1900 MHz. El estándar del Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) es aproximadamente equivalente y encuentra un uso amplio en Europa. Otros estándares ampliamente usados incluyen IS-95 e IS-2000, que representan estándares de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA) que proporcionan datos y servicios de comunicación a 800 MHz y 1900 MHz.

20 IS-2000 es un estándar en desarrollo, que llega bajo el paraguas de la denominada tercera generación (3G) de sistemas de comunicación inalámbricos. El estándar 3G CDMA de banda ancha (WCDMA) representa un equivalente Europeo aproximado de la iniciativa IS-2000. Mientras que IS-2000 tiene similitudes con el estándar de CDMA IS-95 anterior, IS-2000 extiende la utilización del ancho de banda de IS-95, dotando a los operadores del sistema con capacidad de servicio adicional. En la mejora de la utilización del ancho de banda y la extensión de otros rasgos de servicio de IS-95, el estándar IS-2000 cambia ciertos requisitos de señalización entre los terminales móviles y las estaciones base.

25 Todos estos estándares, en grados que varían, tienen requisitos de señalización distintos. No obstante, para dotar a los usuarios con la máxima versatilidad, los dispositivos de comunicación inalámbricos comúnmente proporcionan compatibilidad con múltiples estándares de comunicación. Mientras que esto es un asunto de practicidad desde la perspectiva del consumidor, impone ciertos retos de diseño del sistema. Por ejemplo, las limitaciones económicas y físicas dictan que todos o la mayoría de los mismos componentes físicos de transmisión y recepción dentro de un dispositivo móvil se usen para todos los estándares de interfaz aérea soportados por ese dispositivo.

35 Del documento EP-A-1 032 120 se conoce anteriormente, un amplificador de potencia que comprende un preamplificador, un postamplificador, un primer circuito de predistorsión que compensa previamente la distorsión generada en el preamplificador, y un segundo circuito de predistorsión que compensa previamente la distorsión generada en el postamplificador.

40 Del documento EP-A-0 982 849 se conoce anteriormente, un predistorsionador para compensar preliminarmente una distorsión provocada en un circuito que comprende un modulador, un amplificador de ganancia variable; un primer multiplicador para multiplicar la amplitud de la señal de entrada con la ganancia de la ganancia variable para sacar un producto entre medias; un generador para generar una función de predistorsión correspondiente al producto; y un segundo multiplicador para multiplicar la función de predistorsión para sacar un producto entre medias al modulador.

50 Tanto el documento EP-A-1 032 120 como el documento EP-A-0 982 849, respectivamente, revelan soluciones que implican predistorsionadores para abordar los problemas de amplificación no lineal cuando un amplificador se opera en un modo no lineal. No obstante, dichas soluciones se pueden considerar que son demasiado caras y espaciosas para cumplir las limitaciones económicas y físicas mencionadas anteriormente.

BREVE SUMARIO DE LA INVENCION

55 La presente invención incluye un transmisor de acuerdo con la reivindicación 1 que evita los cambios de desplazamiento de fase indeseables en una señal de transmisión provocados cambiando las configuraciones del amplificador. La conmutación de las etapas amplificadoras adicionales en un trayecto de la señal de amplificación ejemplifica tal cambio. Cuando una etapa amplificadora adicional se conmuta en el trayecto de la señal de amplificación, añade una cantidad conocida de desplazamiento de fase a la señal de transmisión. Un compensador de fase funciona sobre la señal, o señales, en banda base, asociadas con la señal de transmisión para sustraer una cantidad de desplazamiento de fase igual a aquella añadida por la etapa amplificadora adicional. Cuando la etapa amplificadora adicional se conmuta fuera del trayecto de la señal de amplificación, el desplazamiento de fase añadido ya no se aplica a la señal o señales en banda base.

60 En un terminal móvil, se requiere comúnmente el control de potencia de la señal de transmisión. Por ejemplo, bajo los estándares IS-95 e IS-2000 (CDMA2000), el terminal móvil debe controlar su potencia de señal de enlace inverso sobre un margen dinámico relativamente grande. Las adaptaciones de amplificador multietapa, con etapas

amplificadoras conmutadas selectivamente, se pueden usar para efectuar el control de potencia de la señal de transmisión sobre tales márgenes dinámicos amplios. En IS-2000, así como en otros ciertos estándares de comunicación inalámbrica, los cambios de fase de la señal de transmisión abruptos asociados con la conmutación de una o más etapas amplificadoras dentro y fuera del trayecto de la señal de amplificación son deseables. El terminal móvil puede incluir la presente invención para evitar los cambios de fase de la señal de transmisión indeseables asociados con la técnica de control de potencia de la señal de transmisión anterior. Por supuesto, la invención puede aplicarse a otros entornos del transmisor, tales como estaciones base y otros sistemas de comunicación.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Fig. 1 es un diagrama de un transmisor ejemplar de acuerdo con la presente invención.

La Fig. 2 es un diagrama que ilustra los cambios en forma modal en el desplazamiento de fase de la señal de transmisión asociados con el transmisor de la Fig. 1.

15 La Fig. 3 es un diagrama que ilustra los efectos del desplazamiento de fase de la señal de transmisión en los puntos de la constelación de símbolos de transmisión.

Las Fig. 4A y 4B son diagramas de variaciones ejemplares en el transmisor de la Fig. 1

La Fig. 5 es un diagrama de una red móvil ejemplar.

La Fig. 6 es un diagrama de un terminal móvil ejemplar para usar en la red móvil de la Fig. 5

20 La Fig. 7 es un diagrama más detallado del transmisor de la Fig. 1 para usar en el terminal móvil de la Fig. 6.

La Fig. 8 es un diagrama del transmisor de la Fig. 7 con circuitos de prueba adicionales.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

25 Volviendo ahora a los dibujos, la Fig. 1 es un diagrama de un transmisor ejemplar de acuerdo con la presente invención. El transmisor se referencia generalmente por el número 10, e incluye un compensador de fase 12, un modulador 14, y un amplificador de transmisión 16. El amplificador de transmisión 16 proporciona una señal de transmisión a un montaje de antena 18. El montaje de antena 18 típicamente comprende un circuito de acoplamiento 20, y una antena 22. El circuito de acoplamiento 20 típicamente comprende un duplexor y/o un conmutador de transmisión/recepción (tampoco se muestra).

30 En funcionamiento, el modulador 14 modula una señal portadora en respuesta a una señal de información en banda base. La señal modulada resultante acciona una entrada del amplificador 42, y se amplifica por el amplificador de transmisión 16 para generar la señal de transmisión, la cual el transmisor 16 proporciona al montaje de antena 18 a través de la salida del transmisor 44. Los circuitos amplificadores entre la entrada 42 y la salida 44 comprende un trayecto de señal de amplificación que típicamente incluye un preamplificador 34, una primera y segunda etapas amplificadoras 36 y 38, respectivamente. La lógica de control 40 en respuesta a una señal de control de modo conmuta selectivamente la etapa amplificadora 38 dentro y fuera del trayecto de señal de amplificación por las razones explicadas más adelante.

40 Comúnmente, el transmisor 10 debe generar la señal de transmisión sobre un margen dinámico amplio de la potencia de señal RF. Los estándares de comunicación inalámbrica, tales como IS-95 y el más reciente IS-2000 que gobiernan las redes de comunicación inalámbricas basadas en CDMA, tipifican tales requisitos de control de potencia. La etapa amplificadora 36 proporciona amplificación de la señal de transmisión sobre una primera parte de esa gama de potencia de señal, mientras que la combinación de las etapas amplificadoras 36 y 38 permiten el funcionamiento sobre el equilibrio de la gama. En general, el amplificador de transmisión 16 se puede implementar con cualquier número de etapas amplificadoras, algunas o todas de las cuales se pueden habilitar selectivamente como una función de la potencia de la señal de transmisión requerida. Por ejemplo, supongamos que el amplificador de transmisión 16 como se muestra se extiende para incluir las etapas amplificadoras 38A, 38B, y así sucesivamente. La lógica de control 40 se puede extender para permitir la conmutación selectivamente de una o más de estas etapas dentro o fuera del trayecto de la señal de amplificación, dependiendo de la gama de potencia de señal de transmisión necesaria.

55 En funcionamiento, el amplificador de transmisión 16 se opera selectivamente en uno de al menos dos modos relacionados con la gama de potencia de la señal de transmisión necesaria. El número o los diferentes tipos de etapas amplificadoras (por ejemplo, 36 y 38) que se conmutan dentro del trayecto de la señal de amplificación distingue los distintos modos. En la ilustración, un modo por defecto o primer modo de operación se puede asociar por ejemplo con operar solamente una etapa amplificadora única 36. De esta manera, la lógica de control 40 en el amplificador de transmisión 16 se ajusta para conmutar las posiciones "1", desviando la segunda etapa amplificadora 38. En un segundo modo, la lógica de control 40 cambia para conmutar la posición "2", situando por ello una segunda etapa amplificadora 38 dentro del trayecto de la señal de amplificación. Por supuesto, si el amplificador de transmisión 16 incluye una pluralidad de etapas amplificadoras conmutadas 38, se pueden definir modos adicionales permitiendo diferentes números de esas etapas a través de la lógica de control 40.

65 La Fig. 2 ilustra el desplazamiento de fase conferido por el amplificador de transmisión 16 en sus distintos modos de funcionamiento, en relación con la señal de salida modulada desde el modulador 14. Es decir, los circuitos del amplificador de transmisión 16 confieren una cantidad conocida, dependiente del modo de desplazamiento de señal

cuando se amplifica la señal de salida modulada. El desplazamiento de fase total conferido por el amplificador de transmisión 16 se puede tomar entre su entrada 42 y su salida 44. Cuando se funciona en un primer modo, Modo 1, el amplificador de transmisión 16 confiere un desplazamiento de fase fijo a la señal de transmisión en la cantidad de ϕ_1 . Una vez que los requisitos de potencia de la señal de transmisión exceden aquella prácticamente disponible con solo la primera etapa amplificadora 36, la segunda etapa 38 se conmuta dentro del trayecto de la señal de amplificación, y el amplificador de transmisión 16 cambia a un segundo modo, Modo 2. El cambio del Modo 1 al Modo 2 provoca un cambio de paso, conocido en el cambio de fase de la señal de transmisión de ϕ_1 a ϕ_2 . Cuando los requisitos de potencia de la señal de transmisión caen por debajo de la gama definida para el Modo 2, el amplificador de transmisión 16 vuelve al Modo 1.

En general, los modos o configuraciones en el amplificador de transmisión 16 se cambian en base a la conmutación entre distintos trayectos de la señal de amplificación. Los distintos trayectos de la señal de amplificación se pueden elegir en base a la potencia necesaria, o en base a otros cambios en los requisitos de la señal de transmisión. De manera más general, los distintos trayectos de la señal de amplificación dentro del amplificador de transmisión 16 no comparten necesariamente las etapas amplificadores individuales, tales como las etapas amplificadoras 36 y 38.

En algunos estándares de comunicación, tales como IS-95, no son problemáticos los cambios de paso en la fase de la señal de transmisión asociados con el cambio entre los diversos modos amplificadores de transmisión. Es decir, los cambios en el desplazamiento de fase no causan errores de descodificación de la información en un receptor remoto, tal como una estación base remota en una red de comunicación inalámbrica. No obstante, los mismos cambios en el desplazamiento de fase de la señal de transmisión pueden provocar errores en la descodificación de la señal recibida dentro de un sistema IS-2000, como se explica en más detalle más tarde.

La Fig. 3 ilustra el efecto de los cambios del desplazamiento de fase modal en los puntos de la constelación de la señal transmitida. En IS-95, IS-2000, y otros estándares de comunicación tales como TIA/EIA-136, los datos para la transmisión se representan como una serie de símbolos. Cada símbolo se puede transmitir como un emparejamiento único de valores de amplitud y fase, con cada emparejamiento representado por un punto de constelación. Se muestran para ilustración cuatro posibles puntos de constelación. En el diagrama de más a la izquierda, se muestran los cuatro puntos de constelación posibles normalizados con respecto al desplazamiento de fase por defecto o Modo 1 del amplificador de transmisión 16.

Cuando el amplificador de transmisión 16 cambia del Modo 1 al Modo 2 habilitando a su segunda etapa amplificadora 38 a través de la lógica de control 40, el desplazamiento de fase total se confiere a los cambios de señal de transmisión, como se trató anteriormente. El diagrama del medio ilustra el efecto sin compensar del cambio de modo en los puntos de la constelación. Indeseablemente, el cambio de modo provoca que los puntos de la constelación giren en una cantidad que corresponde con el desplazamiento de fase adicional asociado con la conmutación de la segunda etapa amplificadora 38 en el trayecto de la señal de amplificación.

El compensador de fase 12 se usa para evitar o impedir el cambio indeseable en el desplazamiento de fase de la señal de transmisión. Cuando la lógica de control 40 del amplificador de transmisión 16 conmuta en la segunda etapa amplificadora 38, la lógica de control 32 en el compensador de fase 12 cambia desde la posición de conmutación "1" a la posición "2". Esta acción acopla la versión compensada de fase de la señal de información en banda base al modulador 14, más que la versión sin compensar que se usa cuando la segunda etapa amplificadora 38 del amplificador de transmisión 16 está inactiva. El multiplicador complejo 30 en el compensador de fase 12 recibe una señal de compensación basada en el cambio conocido en el desplazamiento de fase provocado conmutando en la segunda etapa amplificadora 38.

La multiplicación de la señal de información en banda base por la señal de compensación a través del multiplicador complejo 30 confiere un desplazamiento de fase de compensación a la señal de información en banda base que desplaza o niega el cambio en el desplazamiento de fase del amplificador de transmisión 16. El diagrama de más a la derecha ilustra el efecto de compensar la señal de información en banda base. En términos generales, el compensador de fase 12 "sustrae" una cantidad de desplazamiento de fase de la señal de información en banda base igual al desplazamiento de fase adicional ϕ_2 conferido por la segunda etapa amplificadora 38. Esta acción del compensador de fase 12 cancela de manera efectiva el cambio no deseado en el desplazamiento de fase asociado con los modos que cambian en el amplificador de transmisión 16.

Por supuesto, el funcionamiento del compensador de fase 12 se puede extender a cualquier número de modos de funcionamiento del amplificador de transmisión 16, cada modo que está asociado con un cambio diferente en el desplazamiento de fase de señal de transmisión. Tal extensión podría simplemente suponer cambiar o actualizar la señal de compensación suministrada al compensador de fase 12, según se activan y desactivan los distintos modos del amplificador de transmisión 16.

Las Fig. 4A y 4B ilustran ejemplos de amplificadores de transmisión 16, cada uno que tiene múltiples configuraciones amplificadoras, con cada configuración asociada con un desplazamiento de fase de la señal de transmisión distinto. En la Fig. 4A, el amplificador de transmisión 16 incluye una pluralidad de etapas amplificadoras

5 sucesivas 38A, ... 38N. Usando la lógica de control 40A ... 40N, cualquier combinación de estas etapas sucesivas se puede conmutar dentro y fuera del trayecto de la señal amplificadora. De esta manera, el amplificador de transmisión 16 puede conferir desplazamientos de fase de $\square_1 \dots \square_N$, dependiendo de su configuración actual. Por consiguiente, la señal de compensación proporcionada al compensador de fase 12 se puede establecer en base a la configuración actual del amplificador de transmisión 16.

10 La Fig. 4B es un diagrama de una configuración paralela para el amplificador de transmisión 16. El amplificador de transmisión 16 incluye una pluralidad de etapas amplificadoras paralelas 36A ... 36N. Cualquier número de estas etapas se puede permitir dependiendo, por ejemplo, de la potencia de señal de transmisión requerida. Cada etapa paralela 36 puede conferir un desplazamiento de fase distinto a la señal de transmisión. Como en otras configuraciones, el valor de la señal de compensación proporcionado al compensador de fase 12 se puede establecer de acuerdo con el desplazamiento de fase particular asociado con una actual de las posibles configuraciones para el amplificador de transmisión 16. En general, el compensador de fase 12 se puede usar para
15 compensar los cambios de desplazamiento de fase de la señal de transmisión que surgen de cualquier cambio en el modo o configuración del amplificador de transmisión 16.

20 La Fig. 5 es un diagrama de una red móvil ejemplar que soporta comunicaciones inalámbricas. La red móvil se conoce generalmente por el número 50, e incluye una o más estaciones base 52, cada una con una antena de recepción/transmisión 54 asociada, uno o más centros de conmutación móviles (MSC) 56 que interconectan las estaciones base 52 con una o más redes externas 58, y una pluralidad de terminales móviles 100.

25 La señalización inalámbrica entre los terminales móviles 100 y las estaciones base 52 soporta las comunicaciones entre los usuarios de los terminales móviles y los usuarios de las redes externas 58, así como con otros usuarios de terminales móviles. Cada estación base soporta comunicación y tráfico de control para los terminales móviles 100 dentro del área de cobertura de su antena asociada 54. A su vez, el MSC 56 coordina y controla las funciones de cada estación base 52, así como interconectando el tráfico de comunicaciones entre las diversas estaciones base 52 y las redes externas 58. Las redes externas 58 pueden incluir pero no se limitan a la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN), Internet, y diversas Redes Digitales de Servicios Integrados (ISDN).

30 La Fig. 6 es un diagrama de un terminal móvil ejemplar 100 para usar en la red móvil 50. El terminal móvil 100 incluye un transmisor 10 de acuerdo con la presente invención, un receptor 120, una interfaz de usuario 130, y el montaje de antena 18 introducido anteriormente.

35 En funcionamiento, el terminal móvil 100 envía y recibe información a través de la señalización de radiofrecuencia entre él y su estación base 52 de soporte. El controlador del sistema 102 típicamente se implementa como uno o más micro controladores (MCU) que gestionan la interfaz de usuario 130, y proporcionan el control total del terminal móvil 100. La memoria 104 generalmente incluye el soporte lógico de aplicaciones, los valores por defecto para las constantes usadas en funcionamiento, y el espacio de trabajo para los datos. Uno o más valores usados en la generación de la señal de compensación proporcionada al compensador de fase 12 se pueden almacenar en la
40 memoria 104. Tal almacenamiento se puede realizar una vez en el momento de la fabricación del terminal móvil 100, o se puede hacer o actualizar periódicamente más tarde durante la vida operativa del terminal móvil 100.

45 El usuario interactúa con el terminal móvil 100 a través de la interfaz de usuario 130. Un micrófono 131 convierte las señales de habla del usuario en una señal analógica correspondiente, la cual se proporciona al transmisor 10 para la conversión, procesamiento, y transmisión posteriores a la estación base 52 a través del montaje de antena 18. El receptor 120 recibe las señales de la estación base 52 y extrae la información de audio recibida, por ejemplo el habla de un usuario remoto, y proporciona una señal de audio resultante para accionar un altavoz 132 incluido en la interfaz de usuario 130. La interfaz de usuario 130 además incluye una pantalla 134 para proporcionar información visual al usuario, y un teclado numérico 136 para aceptar los comandos y datos de entrada del usuario. La interfaz
50 de usuario 130 puede incluir una interfaz de I/O 138 para interconectar la pantalla 134 y el teclado numérico 136 al MCU 102. En resumen, la interfaz de usuario 130 permite al usuario enviar y recibir habla y otra información de audio, marcar números, e introducir otros datos según se necesite.

55 El receptor 120 incluye un receptor/amplificador 122, un módulo de descodificación/recuperación de datos 124, y un convertidor digital a analógico (DAC) 126. En funcionamiento, las señales se reciben a través de la antena 22, con el circuito de acoplamiento 20 que proporciona el aislamiento de señal entre las señales recibidas y transmitidas. En algunas implementaciones el circuito de acoplamiento 20 incluye un conmutador de recepción/transmisión para conectar selectivamente o bien el transmisor 10 o bien el receptor 120 a la antena 22. En otros casos, el circuito de acoplamiento 20 incluye un duplexor u otro elemento de filtro para proporcionar el aislamiento de la señal durante las
60 operaciones simultáneas de recepción y transmisión.

65 Las señales recibidas se encaminan al amplificador del receptor 122, que proporciona acondicionamiento, filtrado, y conversión hacia abajo de la señal recibida. En implementaciones digitales, el receptor/amplificador 122 puede usar convertidores analógico a digital (ADC) para dotar el módulo de descodificación/recuperación de datos 124 con valores digitales sucesivos correspondientes a la señal recibida entrante. El módulo de descodificación/recuperación

de datos 124 recupera la información de audio codificada en la señal recibida, y dota el DAC 126 con valores digitales correspondientes a la información de audio recibida. A su vez, el DAC 126 proporciona una señal de salida analógica adecuada para accionar el altavoz 154.

5 El transmisor 10 se configura de acuerdo con la presente invención e incluye un convertidor analógico a digital (ADC) 108, un procesador en banda base 110, un modulador 14, y el amplificador de transmisión 16. En funcionamiento, el ADC 108 convierte las señales de habla analógicas del micrófono 131 a los valores digitales correspondientes. El procesador en banda base 110 procesa y codifica estos valores digitales, proporcionando codificación de corrección de errores y traducción en un formato adecuado para el modulador 14. Como se muestra
10 más tarde, el procesador en banda base 110 puede incorporar el compensador de fase 12.

El modulador 14 genera una señal de salida modulada mediante la modulación de una señal (o señales) portadora que usa las señales de información en banda base que recibe del procesador en banda base 110. Típicamente, el modulador 14 recibe una señal de referencia en o relacionada con la frecuencia portadora deseada desde el
15 sintetizador de frecuencia 106. La señal de salida modulada desde el modulador 14 sirve como una entrada al amplificador de transmisión 16. A su vez, el amplificador de transmisión 16 genera la señal de transmisión para la transmisión a la estación base 52 a través de la antena 22 en base a amplificar la señal de salida modulada.

La Fig. 7 proporciona más detalles para el transmisor 10 en el contexto del terminal móvil 100. Un procesador de señal 46 proporciona las señales de información en banda base I y Q (en fase y cuadratura) al compensador de fase 12. El compensador de fase 12 también recibe las señales de compensación, $\cos \phi_2$ y $\sin \phi_2$, desde el procesador de señal 46. El modulador 14 incluye los moduladores I y Q 14A y 14B. Cada modulador 14A y 14B genera una
20 señal de salida modulada en la frecuencia portadora deseada en base a la modulación de una señal de referencia, o bien $\cos \omega t$ o bien $\sin \omega t$, por la señal de información en banda base respectiva. Las dos señales de salida moduladas se suman juntas por el circuito de suma 15, y luego se proporciona al amplificador de transmisión 16.

Los multiplicadores de control de ganancia 48A y 48B proporcionan el control de ganancia individual para las señales de información en banda base I y Q. Esto podría ser deseable para ciertos estándares de comunicación, tales como IS-2000, en que el terminal móvil 100 transmite un canal piloto de enlace inverso en base a la señal de información en banda base I, y un canal de tráfico de enlace inverso en base a la señal de información en banda base Q. Las señales de información en banda base típicamente comprenden datos desde el ADC 108 y desde el controlador del sistema 102.
30

Las señales de control de modo accionan la lógica de control 40 en el amplificador de transmisión 16 para conmutar en la etapa amplificadora 38 en respuesta a una señal de control de modo. Señalar que la lógica de control 40 puede incluir tanto la lógica de control de conmutación, así como cualquier conmutador real que se pueda usar para configurar el trayecto de la señal de amplificación del amplificador de transmisión 16. Típicamente, el controlador del sistema (MCU) 102 o el procesador en banda base 110 genera la señal de control de modo. La misma señal, o una señal indicadora separada pero sincronizada, se puede usar para operar la lógica de control 32 del compensador de fase 12.
40

Cuando la etapa amplificadora 38 se conmuta dentro, la lógica de control 32 conecta las salidas del multiplicador complejo 30 con los moduladores de canal I y Q, 14A y 14B, respectivamente. De esta manera, cuando la segunda etapa amplificadora, etapa 38, está activa, el modulador 14 recibe las señales de información en banda base compensadas en fase. Cuando el amplificador de transmisión 16 vuelve al funcionamiento de etapa única – la etapa 38 conmutada fuera - la lógica de control 32 asume la posición del conmutador "1" y las señales de información en banda base I y Q pasan sin compensar al modulador 14. Dependiendo de la implementación específica del compensador de fase 12, la lógica de control 32 puede comprender conmutadores reales, o puede comprender una función lógica que permite la compensación de fase a ser aplicada selectivamente a las señales de información en banda base.
50

En los ejemplos anteriores, el funcionamiento del multiplicador complejo 30 se basa en una multiplicación compleja de términos que implica a las señales de información en banda base y las señales de compensación de fase de entrada. Si I y Q son señales en banda base en fase y cuadratura, respectivamente, entonces el funcionamiento del multiplicador complejo 30 se puede expresar como, $(I + jQ)(\cos \phi_2 - j \sin \phi_2)$, donde "j" es el número imaginario $\sqrt{-1}$. La multiplicación de estos términos confiere un desplazamiento de fase igual a ϕ_2 a cada una de las señales I y Q. De esta manera, ϕ_2 se puede representar generalmente como ϕ_2 , y fijar en base al modo actual del amplificador de transmisión 16.
55

En una implementación ejemplar, el procesador de señal 46, los multiplicadores de control de ganancia 48A y 48B, y el compensador de fase 12 forman una parte del procesador en banda base 110. El procesador en banda base 110 puede comprender un procesador de señal digital (DSP) que puede, o no puede, incorporar además capacidades de procesamiento de la señal de recepción. Si el procesador en banda base 110 incorpora tal procesamiento de señal de recepción, típicamente incluye la funcionalidad del módulo de descodificación/recuperación de datos 124.
60

65

- 5 Como se señaló anteriormente, la memoria 104 se puede usar para almacenar valores de referencia para generar las señales de compensación usadas por el compensador de fase 12. La memoria 104 puede comprender realmente más de un dispositivo de memoria, posiblemente de tipos diferentes. De esta manera, la memoria 104 puede incluir RAM dinámica, RAM estática, y almacenamiento no volátil, tal como dispositivos FLASH o EEPROM. Dependiendo de su configuración, el MCU 102 puede incorporar algunos elementos de la memoria 104, y algunos elementos de la memoria 104 pueden ser directamente accesibles al procesador en banda base 110. Incluso si no es directamente accesible, el valor o valores de referencia almacenados en la memoria 104 relacionados con la generación de las señales de compensación se pueden proporcionar al procesador en banda base 110 por el MCU 102.
- 10 La información de referencia puede incluir datos de la tabla de búsqueda, o los coeficientes tales que se podrían usar en ajustar la curva polinómica, para describir cómo el desplazamiento de fase característico o cambio en el desplazamiento de fase del amplificador de transmisión 16 cambia con el tiempo y/o la temperatura. De esta manera el valor de desplazamiento de fase usado para generar las señales de compensación se puede actualizar como una función de, por ejemplo, la temperatura ambiente del terminal móvil 100 o el amplificador de transmisión 16, o como una función del envejecimiento. El terminal móvil 100 puede incorporar un elemento de detección de temperatura económico, tal como un dispositivo de referencia de intervalo prohibido, que detecta la temperatura usando una simple unión de semiconductor. El ADC 108 se puede usar para digitalizar las señales de temperatura analógicas de tal dispositivo, o el MCU 102 podría incorporar las funciones de ADC en sí mismo. Por supuesto, hay una variedad de otras formas en que el terminal móvil 100 podría hacer el seguimiento de la temperatura ambiente.
- 15 El desplazamiento de fase característico del amplificador de transmisión 16, o al menos el cambio característico en el desplazamiento de fase asociado con la habilitación de la segunda etapa amplificadora 38, se puede determinar de una serie de maneras. Por ejemplo, el valor o valores del desplazamiento de fase se podría calcular simplemente como el tiempo de diseño y almacenar en el terminal móvil 100 como parte del proceso de fabricación. La Fig. 8 ilustra un planteamiento alternativo, en que el terminal móvil 100 determina los valores de desplazamiento de fase en base a auto-diagnóstico. Con este planteamiento, el terminal móvil 100 puede "calibrarse" a sí mismo, y también revisar los valores de desplazamiento de fase durante el funcionamiento para contar los cambios, tales como en temperatura o en envejecimiento.
- 20 La Fig. 8 incluye los elementos del amplificador de transmisión 16 como se trató anteriormente, pero añade un circuito de prueba 112 que permite la realimentación de la salida de la señal de transmisión al receptor 120. De esta manera, el terminal móvil 100 podría generar una señal de prueba, por ejemplo, un tono simple, y luego los cambios de desplazamiento de fase en la señal realimentada asociada con los modos de cambio en el amplificador de transmisión 16. El circuito de prueba 112 se podría incorporar en el circuito de acoplamiento 20 del montaje de antena 18, dado que ese circuito probablemente ya incluye un conmutador de recepción/transmisión. Con la capacidad de prueba en el sitio, el terminal móvil 100 puede determinar el valor o valores de compensación usados en la generación de la señal de compensación esencialmente siempre que se requiera.
- 25 Verdaderamente, la presente invención presenta una forma generalizada para evitar considerablemente los cambios de desplazamiento de fase en una señal transmitida que surgen de cambiar las configuraciones del transmisor. Estos cambios de configuración pueden surgir de la necesidad de operar en distintas gamas de potencia de la señal de transmisión, o de la necesidad de hacer otros tipos de cambios en la generación de la señal de transmisión. Las presentes realizaciones por lo tanto tienen que ser interpretadas en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas, y todos los cambios que se incluyen en el alcance de las reivindicaciones adjuntas se pretende que sean abarcadas aquí dentro.
- 30
- 35
- 40
- 45

REIVINDICACIONES

1. Un transmisor (10) que comprende:

- 5 un modulador (14) para generar una señal de salida modulada en respuesta a al menos una señal de información en banda base;
- 10 un amplificador (16) para generar una señal de transmisión en base a amplificar dicha señal de salida modulada, dicho amplificador (16) que tiene al menos el primer y segundo modos de funcionamiento, dicho amplificador (16) comprende un amplificador de potencia multietapa con al menos una etapa amplificadora habilitada selectivamente (38), que se habilita selectivamente para conmutar entre dichos primer y segundo modos de funcionamiento, y dicho amplificador (16) confiere una cantidad conocida dependiente del modo de desplazamiento de fase cuando se amplifica la señal de salida modulada, **caracterizado porque** un compensador de fase (12) se proporciona para evitar los cambios de desplazamiento de fase indeseables en una señal de transmisión causados cambiando las configuraciones del amplificador mediante conferir selectivamente un desplazamiento de fase de compensación a dicha al menos una señal de información en banda base para desplazar un desplazamiento de fase esperado conferido a dicha señal de transmisión por dicho amplificador (16) cuando se opera en dicho segundo modo, dicho compensador de fase (12) que comprende:
- 20 una entrada de señal indicadora para recibir un indicador de modo que identifica el modo actual de dicho amplificador (16), dicho modo actual que es uno de dicho al menos primer y segundo modos;
- 25 una entrada de señal de compensación para recibir los valores de compensación, en la que uno o más valores se usan en la generación de la señal de compensación proporcionada al compensador de fase (12), y la señal de compensación proporcionada al compensador de fase se establece en base a la configuración actual del amplificador (16), la lógica de procesamiento (30) para multiplicar dicha al menos una señal de información en banda base por una señal de compensación en base a dichos valores de compensación; y
- 30 la lógica de control (32) en respuesta a dicho indicador de modo para seleccionar como salida de dicho compensador de fase (12) dicha al menos una señal de información en banda base tomada antes o después del funcionamiento de dicha lógica de procesamiento (30).
- 35 **2.** El transmisor de la reivindicación 1 en el que el compensador de fase (12) comprende un multiplicador complejo (30) para multiplicar selectivamente dicha al menos una señal de información en banda base por un término de compensación para conferir dicho desplazamiento de fase de compensación a dicha al menos una señal de información en banda base que es opuesta de dicho desplazamiento de fase esperado conferido a dicha señal de transmisión por dicho amplificador cuando se opera en dicho segundo modo.
- 40 **3.** El transmisor de la reivindicación 1 que además comprende un procesador (46, 102) para generar dichos valores de compensación usados para establecer dicho término de compensación.
- 45 **4.** El transmisor de la reivindicación 3 que además comprende la memoria (104) asociada con dicho procesador para mantener al menos un valor almacenado usado para establecer dicho término de compensación.
- 50 **5.** El transmisor de la reivindicación 4 que además comprende una estructura de tabla de búsqueda de valores almacenados usados para variar dicho término de compensación en base a una condición de funcionamiento actual de dicho transmisor.
- 55 **6.** El transmisor de la reivindicación 5 en el que dicha estructura de tabla de búsqueda comprende una tabla de los valores almacenados asociados con operar dicho amplificador de transmisión por encima de una gama de temperaturas de ambiente.
- 7.** El transmisor de la reivindicación 1 que además comprende un circuito de prueba (112) para determinar dicho desplazamiento de fase esperado conferido a dicha señal de transmisión por dicho amplificador cuando se opera en dicho segundo modo.
- 8.** El transmisor de la reivindicación 7 que además comprende un procesador para activar selectivamente dicho circuito de prueba.
- 60 **9.** El transmisor de la reivindicación 8 que además comprende la memoria asociada con dicho circuito de prueba para almacenar un valor de referencia determinado de probar dicho amplificador a través de dicho circuito de prueba, dicho valor de referencia usado para establecer dicho término de compensación.
- 65 **10.** El transmisor de la reivindicación 1 que además comprende la memoria para almacenar un valor de referencia representativo de dicho desplazamiento de fase esperado conferido a dicha señal de transmisión por dicho amplificador cuando se opera en dicho segundo modo, dicho valor de referencia usado por dicho compensador de

fase para establecer dicho término de compensación.

5 **11.** El transmisor de la reivindicación 1 en el que dicho compensador de fase (12) comprende una parte de un procesador digital (46) que ejecuta instrucciones de programa para efectuar la compensación de fase de dicha al menos una señal de información en banda base.

10 **12.** El transmisor de la reivindicación 1 en el que dicho transmisor comprende un transmisor de estación base que forma una parte de una estación base, dicha estación base que soporta comunicación inalámbrica con al menos un terminal móvil.

13. El transmisor de la reivindicación 1 en el que dicho transmisor comprende un transmisor de terminal móvil que forma una parte de un terminal móvil (100), dicho terminal móvil que soporta comunicación inalámbrica en un entorno de comunicación móvil.

15 **14.** El transmisor de la reivindicación 13 en el que dicho terminal móvil (100) además comprende un procesador (102, 110) para controlar dicho compensador de fase (12).

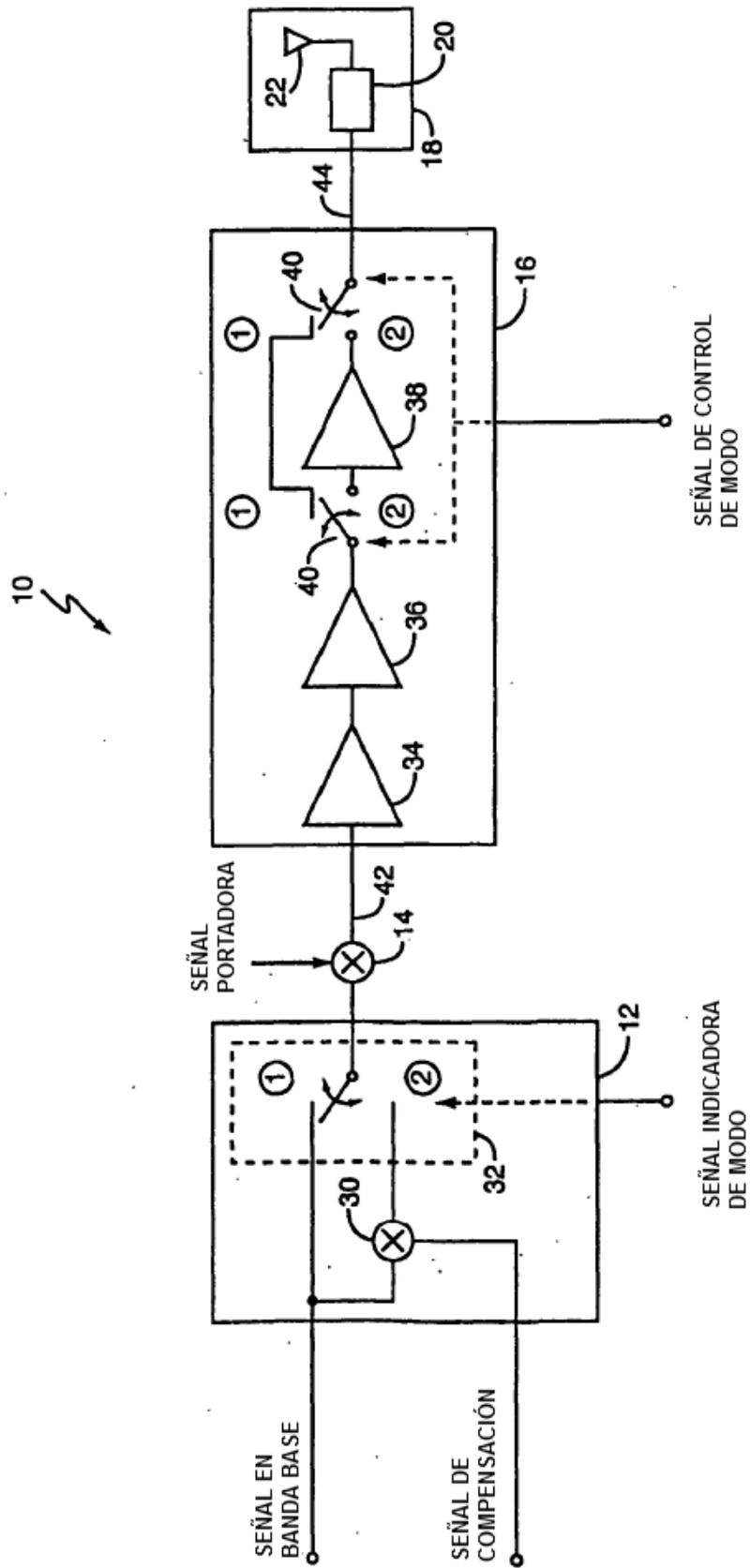


FIG. 1

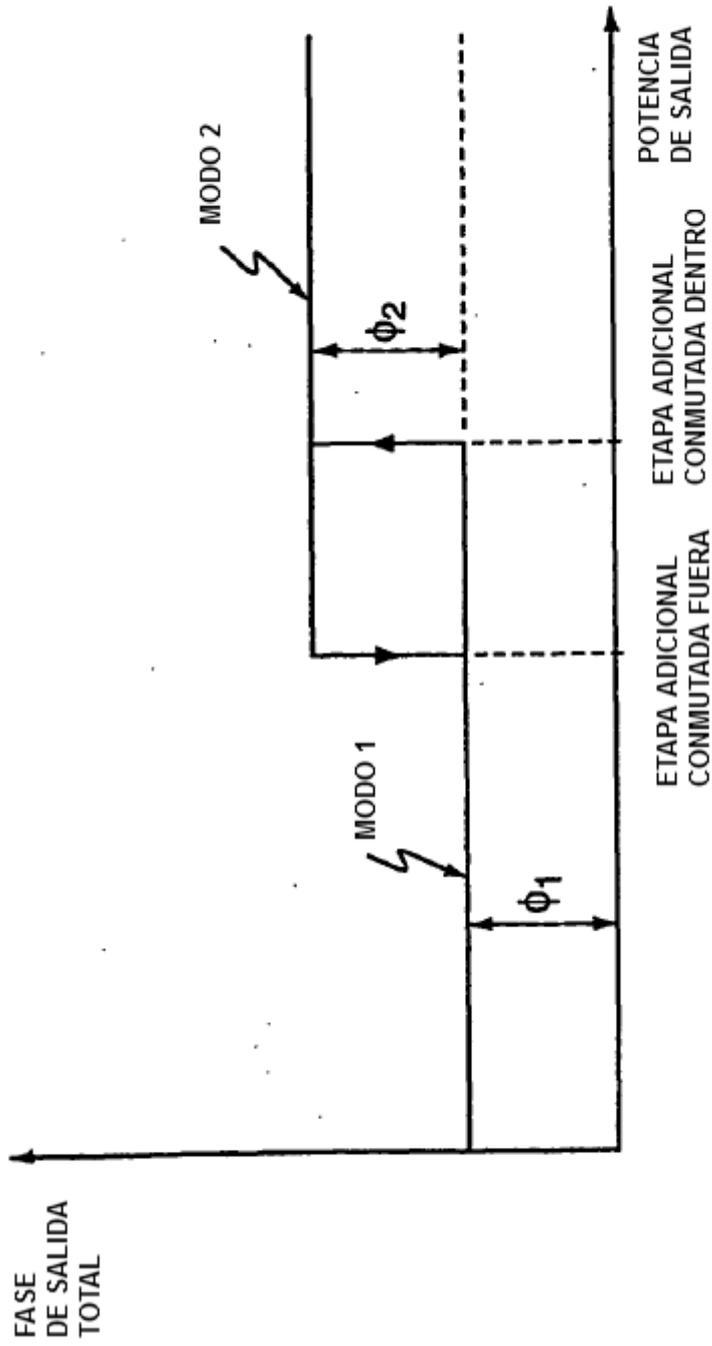


FIG. 2

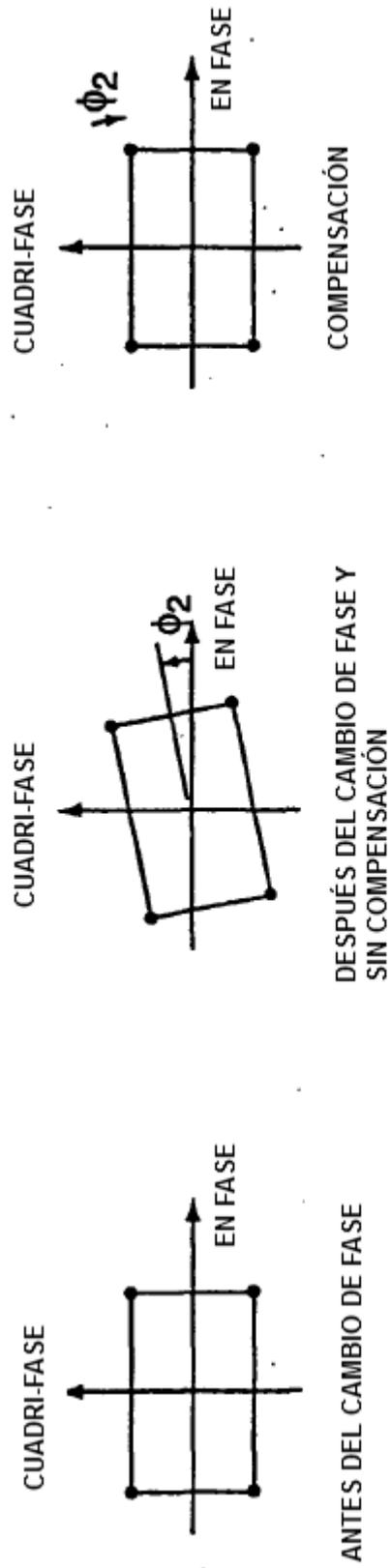


FIG. 3

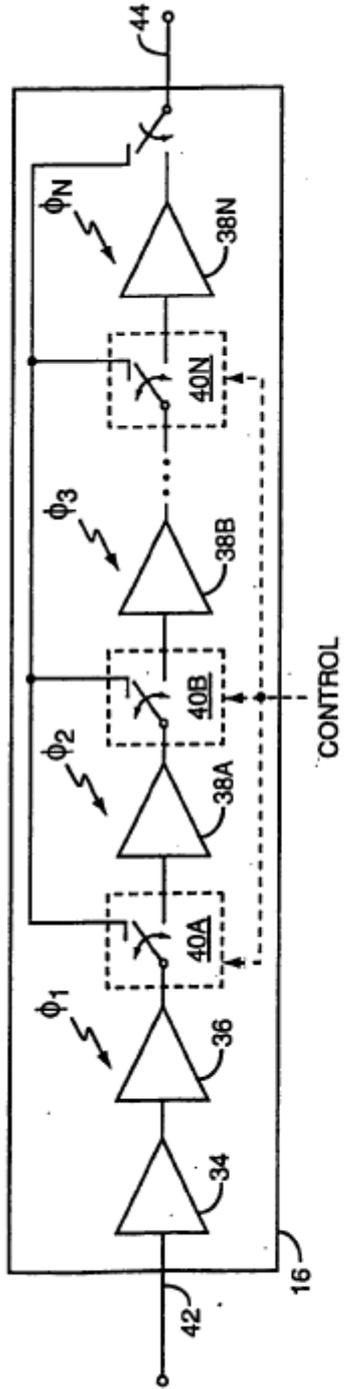


FIG. 4A

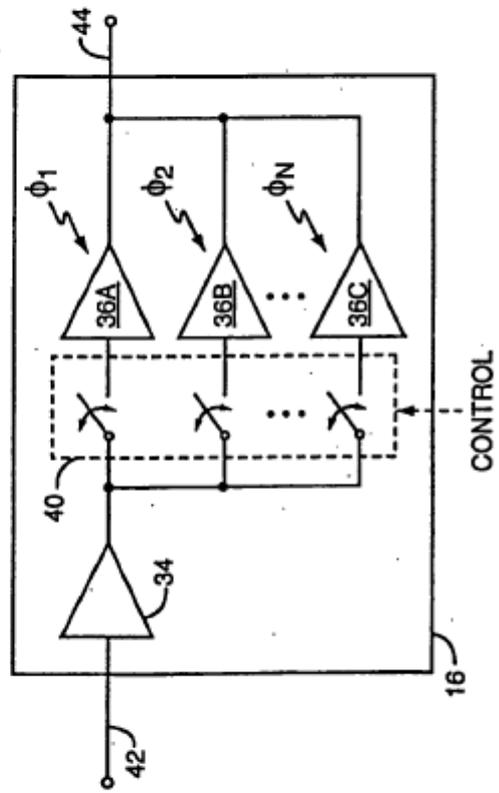


FIG. 4B

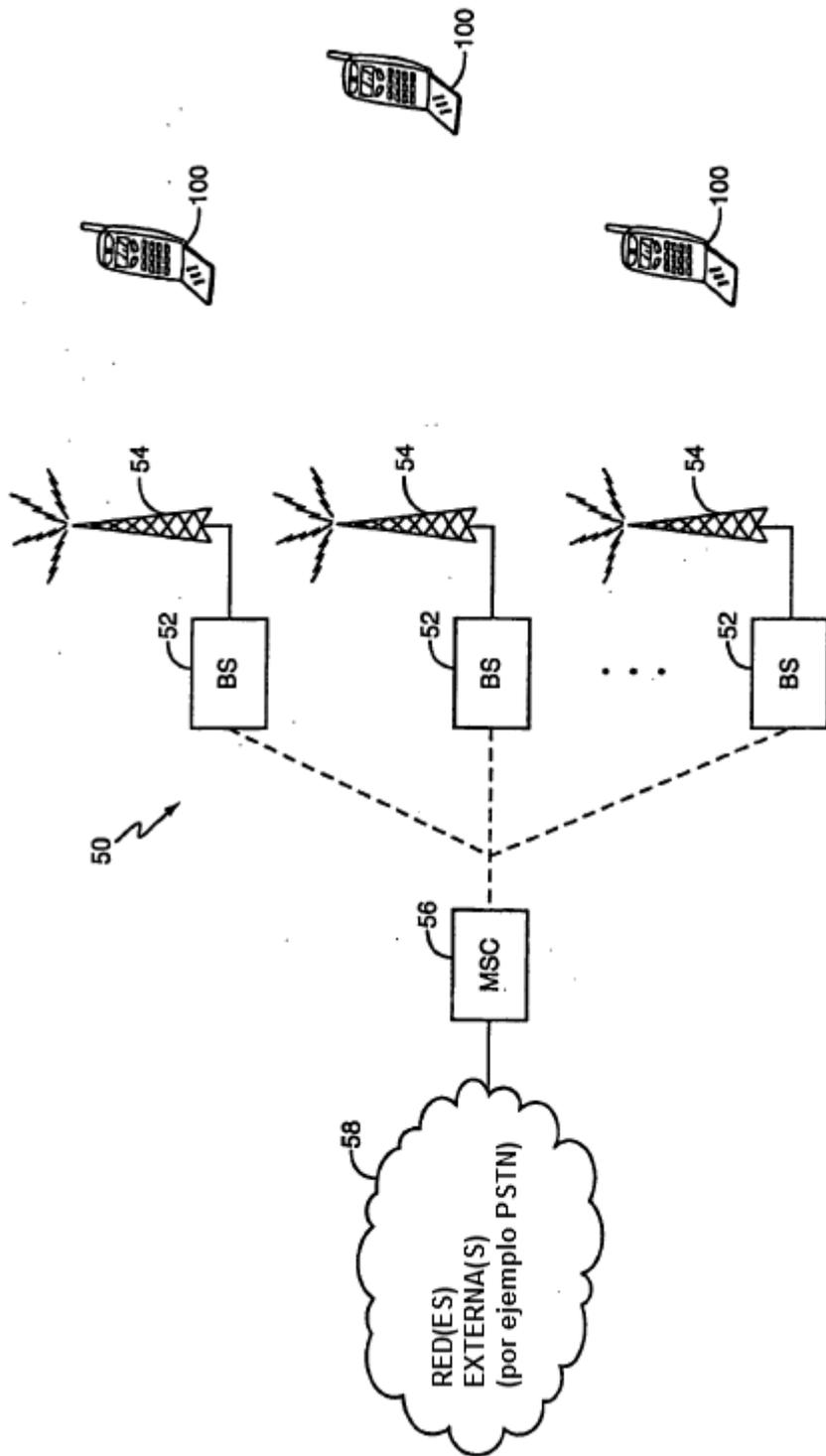


FIG. 5

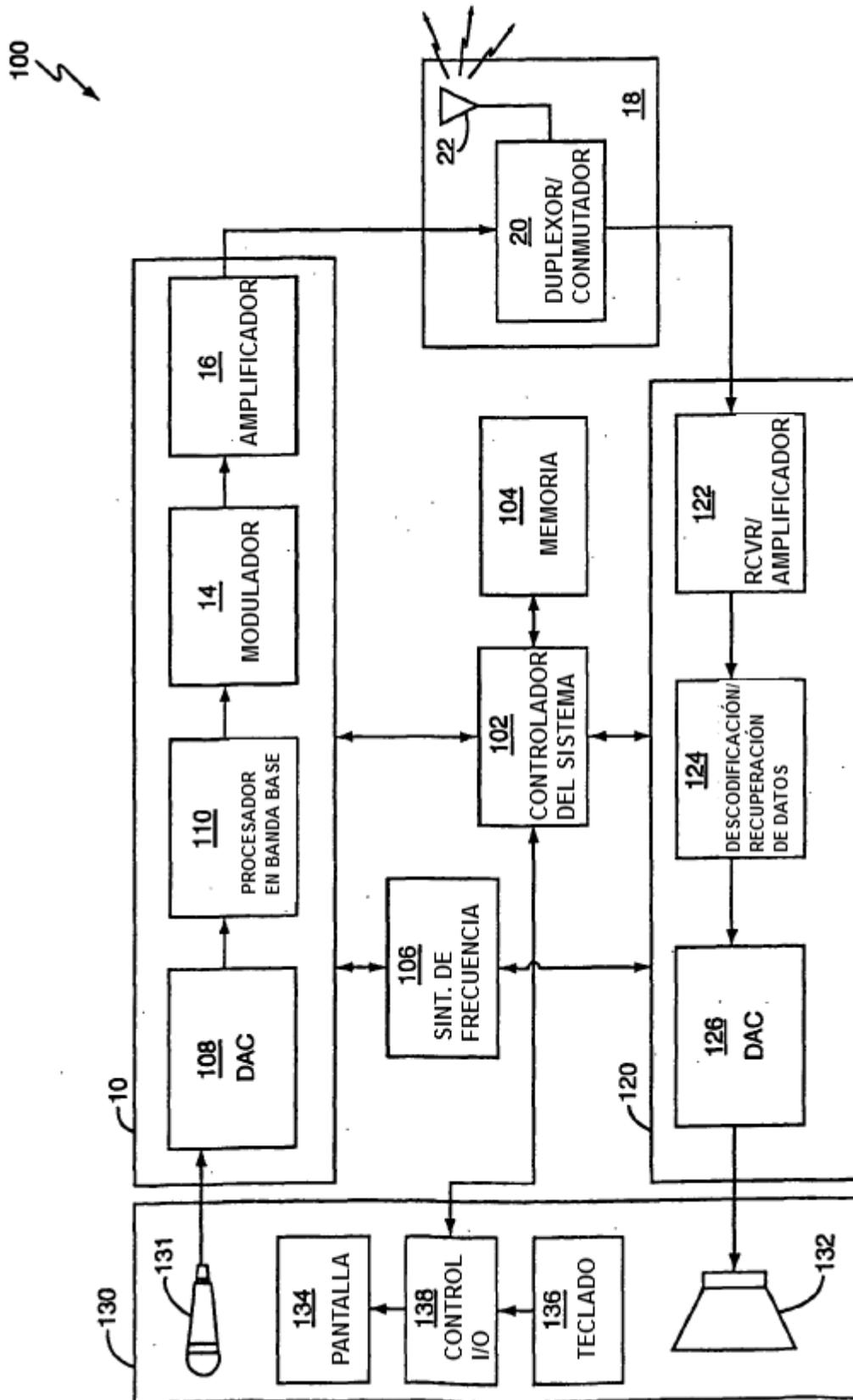


FIG. 6

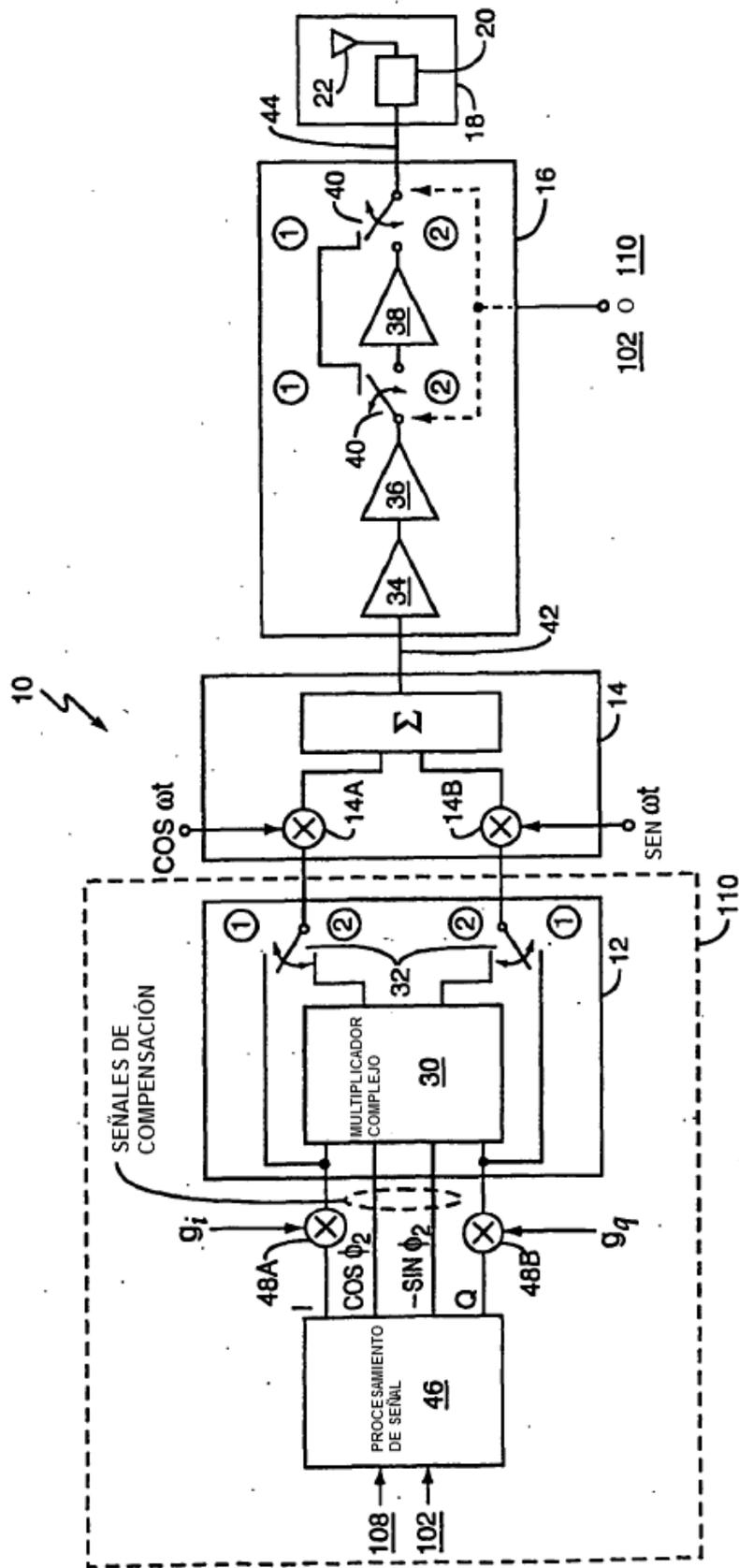


FIG. 7

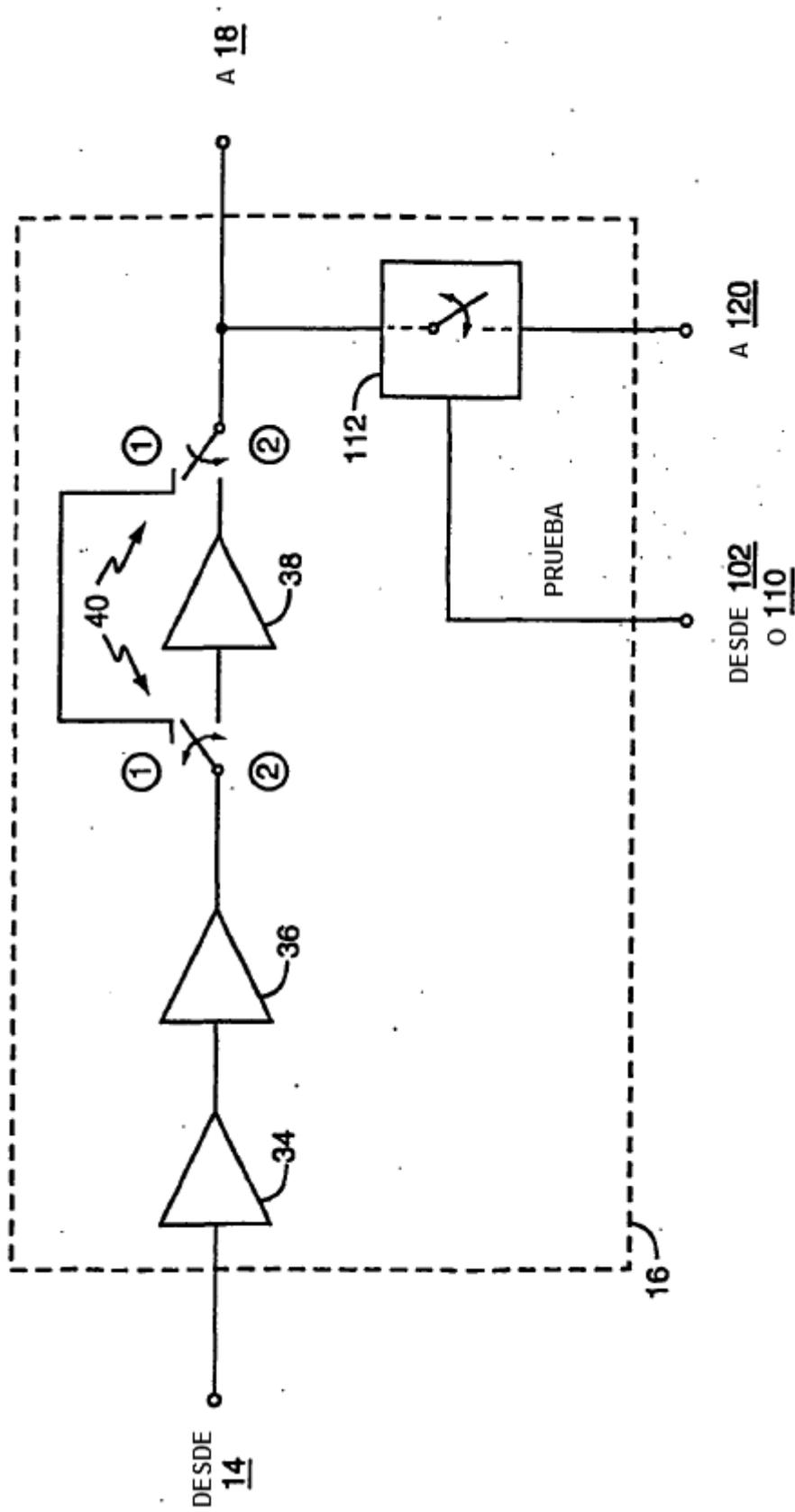


FIG. 8