

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(11) PI9710044-7 B1



(22) Data de Depósito: 04/06/1997
(45) Data da Concessão: 23/02/2010
(RPI 2042)

(51) Int.Cl.:
H03F 1/32 (2010.01)

(54) Título: **RÁDIO TRANSMISSOR E PROCESSO EM UM ESTÁGIO TRANSMISSOR EM UM RÁDIO TRANSMISSOR PARA MODULAR E AMPLIFICAR UM SINAL DE INFORMAÇÃO EM UM SINAL DE ANTENA PARA TRANSMISSÃO ADICIONAL ATRAVÉS DE UM CANAL DE RÁDIO.**

(30) Prioridade Unionista: 28/06/1996 SE 9602584-6

(73) Titular(es): Telefonaktiebolaget LM Ericsson (publ)

(72) Inventor(es): Martin Leif Hellmark, Torsten John Carlsson

"RÁDIO TRANSMISSOR E PROCESSO EM UM ESTÁGIO₁,
TRANSMISSOR EM UM RÁDIO TRANSMISSOR PARA MODULAR, E
AMPLIFICAR UM SINAL DE INFORMAÇÃO EM UM SINAL DE
ANTENA PARA TRANSMISSÃO ADICIONAL ATRAVÉS DE UM
5 CANAL DE RÁDIO".

Campo Técnico

A presente invenção refere-se a um rádio transmissor para transmitir um sinal de informação que foi dividido em seus componentes de fase e amplitude antes de ser convertido no sentido ascendente em uma 10 frequência de canal e amplificado. A invenção refere-se também a um processo em um estágio transmissor em um rádio transmissor para modular e amplificar um sinal de informação para transmissão adicional através de um canal de radio.

Estado da Técnica

Um canal de informação, por exemplo, em um sistema de telecomunicações móvel compreende informações codificadas em binário e/ou protocolos de sinalização codificados em binário. Antes do sinal ser modulado sobre uma portadora tendo uma frequência intermediária ou frequência de canal, ele é designado como sinal de banda base. Em alguns rádio 15 transmissores conhecidos para transmissão de um sinal de informação digital, o sinal de banda base é dividido em um sinal I e um sinal Q. Estes dois sinais conjuntamente definem um vetor de informação. A posição ou movimento do vetor de informação em um sistema de coordenadas Cartesiano representa o sinal de informação. Um exemplo é a denominada modulação $\pi/4$ QPSK. Os 20 sinais I e Q são modulados sobre uma onda portadora utilizando um modulador IQ. O sinal de saída do modulador IQ pode ser adicionalmente convertido no sentido ascendente utilizando subsequentes misturadores de freqüência. A onda portadora desse modo compreende os componentes de amplitude e fase 25 do sinal modulador. O modulador trabalha sobre níveis de potência

relativamente baixos comparado com os níveis transmitidos via a antena. A amplificação necessária entre o modulador IQ e a antena tem de ser linear. A amplificação não linear gera distorção no sinal da antena. A distorção causará um erro vetorial no vetor portador do sinal de informação e, na pior hipótese, uma ampliação do espectro de frequência do sinal emitido.

A relação de sinal para ruído para um sinal de saída de um modulador IQ é genericamente tão baixa que filtração do sinal da onda portadora é necessária para evitar a emissão de ruído da banda larga.

Tentativas foram feitas para resolver o problema mencionado de linearidade de várias maneiras. Amplificadores lineares tem sido usados, porém sua eficiência é demasiadamente baixa para serem uma alternativa para amplificadores não lineares. Outra solução que foi tentada é distorcer os componentes I e Q respectivamente, antecipadamente, para que um sinal não destorcido seja recebido pela antena. Este processo é difícil de implementar.

Um terceiro processo utilizado é a realimentação Cartesiana, que significa que os sinais I e Q na saída do último amplificador sejam realimentados e comparados com os sinais I e Q desejados.

Nenhuma das soluções acima resolve tanto o problema de ruído de banda ampla como o problema de eficiência demasiadamente baixa.

É previamente conhecido como dividir um sinal de informação em componentes polares - em um componente de referência de fase e um componente de referência de amplitude. Esta técnica é previamente conhecida, por exemplo do pedido de patente internacional WO, A1, 95/23453. Neste documento um amplificador de potência com realimentação do sinal de saída é exposto. O amplificador é um estágio final em um rádio transmissor para transmissão de sinais tendo tanto um componente de fase modulada como um componente modulado em amplitude. Para isto são necessários circuitos tanto de modulação de fase como de amplitude.

Este rádio transmissor previamente conhecido apresenta

determinadas severas deficiências, que serão expostas a seguir.

O controle da modulação de amplitude é alcançado pela geração de um sinal de erro da diferença entre o sinal componente de amplitude e uma parte do sinal de saída do amplificador. Estes dois sinais são muito diferentes. O sinal de realimentação é amplificado e tem uma rádio frequência (RF). Severas exigências são feitas por conseguinte sobre os circuitos que devem adaptar estes dois sinais e gerar um sinal de erro. Para poder manipular sinais com rádio frequências elevadas, componentes de circuito especiais são necessários. Utilizando este tipo de circuitos torna a fabricação significativamente mais dispendiosa.

A realimentação do sinal RF no rádio transmissor mencionado utiliza um detector de envolvente com dinâmica limitada, que por sua vez conduz a dinâmicas prejudicadas na rádio transmissão e estabilidade de temperatura prejudicada. Na telefonia móvel, porém também em determinados outros campos de uso, os requisitos sobre dinâmica e estabilidade de temperatura são muito altos. Também, detectores de envoltória são componentes não lineares, o que significa que tanto o sinal de realimentação com o sinal de amplitude modulada sofrem distorção.

O ponto de compressão do amplificador de potência torna-se subordinado à carga da antena, o que aumenta significativamente o risco para denominada saturação neste de sistema de controle. A realimentação também significa uma perda de potência no sinal de saída, que não é desejável em um rádio transmissor alimentado por bateria. Para eliminar o ruído de banda larga um conjunto de filtro adicional é necessário após o amplificador.

A partir do documento "Polar-Loop Transmitter"(V. Petrovic, W. Gosling, Electronic Letters, de 10 de maio de 1979, Vol. 15, nº10, pp. 286-287 igualmente, um transmissor com laço de fase, um laço de amplitude e um detector de amplitude são previamente conhecidos.

Sumário da Invenção

Os problemas que são tentados resolver pela presente invenção são as dificuldades de reduzir o consumo de energia, não-linearidades no sinal de saída quando amplificadores não lineares são usados em rádio transmissores, e a obtenção de uma alta relação de sinal para ruído no sinal de saída sem conectar um sistema de filtro após um amplificador deste tipo.

A presente invenção também tenta resolver os problemas previamente mencionados com relação à dinâmica e estabilidade de temperatura nos rádio transmissores, particularmente rádio transmissores com realimentação de um sinal de rádio frequência (sinal RF).

O objetivo da presente invenção é habilitar o uso de um amplificador de potência muito eficiente, que é permitido a ser não-linear, e ainda obter uma alta relação de sinal para ruído sem sistemas de filtro consumidores de energia após a amplificação final.

Constitui também um objetivo eliminar as desvantagens e deficiências mencionadas, encontradas em rádio transmissores do tipo conhecido, que foram descritos, por exemplo, por Petrovics e col. e no pedido de patente WO, A1, 9523453.

Outro objetivo é sugerir uma solução para os problemas previamente mencionados de dinâmica e estabilidade de temperatura em rádio transmissores.

A solução de acordo com o processo e aparelho inventivo utiliza um sinal de informação que tem nos estágios prévios sido dividido nos seus componentes polares: um componente de referência de fase e um componente de amplitude O componente de referência de fase modula uma fonte de sinal de amplitude constante. A amplitude do sinal resultante é a seguir formado em um amplificador controlável. Seu consumo atual é registrado e comparado com um valor de controle para a corrente. O amplificador é controlado no sentido deste valor de controle. O que não é previamente conhecido é controlar e monitorar a potência de saída registrando

o consumo atual em um transmissor deste tipo.

Em detalhe algo maior a solução de acordo com o processo inventivo e o aparelho inventivo são descritos abaixo. O rádio transmissor inventivo compreende um estágio transmissor compreendendo um dispositivo de conversão, um dispositivo de controle amplificador, um amplificador de potência e um detector de potência. Um sinal de informação foi dividido em dois componentes anteriormente ao estágio transmissor: um sinal componente de referência de fase e um sinal componente de amplitude. O sinal componente de referência de fase é conectado com o dispositivo conversor, que gera um sinal de fase modulada puro de amplitude constante e com a frequência portadora apropriada para o amplificador, que amplifica e emite o sinal como uma sinal de antena para uma antena com componentes de circuito associados. Este sinal é realimentado ao dispositivo conversor de modo a sincronizar em fase o sinal de antena com o sinal componente de referência de fase. A 15 potência de saída do amplificador e a amplitude do sinal de antena são controladas pelo sinal componente de amplitude e um sinal de valor de controle para a potência de saída. Um detector de potência detecta o consumo de corrente do amplificador e emite um sinal de valor verdadeiro para o dispositivo de controle do amplificador. O sinal de valor verdadeiro é uma medida da potência de saída, pois existe uma correlação específica entre a 20 potência de saída e o consumo de corrente.

Estes sinais são conectados com o dispositivo de controle amplificador que, dependendo dos sinais, gera um sinal de controle amplificador, que está conectado com o amplificador.

25 Vantagens são obtidas pelo fato da construção do transmissor não incluir componentes tais como detectores de rádio frequência ou componentes não lineares tais como detectores de envolvente. Devido a isto, os problemas relativos a variações de temperatura, saturação e dinâmica são reduzidos. A elevação e abaixamento, respectivamente, da amplificação podem

por conseguinte ser tornados mais rápidos e mais estáveis. Transientes na envolvente do sinal de saída são reduzidos, e assim a largura de banda do sinal de saída é limitada.

O registro da corrente reduz o risco de saturação do
5 amplificador de potência.

Assim, outras vantagens do transmissor e amplificador inventivo são melhores propriedades de sinalização e melhor eficiência. O transmissor também se torna menor em dimensão do que os transmissores previamente conhecidos. Acima de tudo, linearidade aperfeiçoada, necessidade
10 minimizada de largura de banda e perturbação reduzida entre canais adjacentes são alcançadas, particularmente à rápida elevação e baixamento e altas saídas de potência.

Uma outra vantagem do transmissor e processo inventivo é que o ruído de banda larga proveniente de fontes anterior ao detector de fase é
15 filtrado de uma melhor maneira.

O transmissor e processo inventivo também oferece vantagens tais como rápida e confiável sincronização de fase e baixa distorção de fase à rápidas e grandes mudanças na potência de saída, e também a altos níveis de potência de saída.

A invenção passará a ser descrita em maior detalhe por intermédio de concretizações preferências e com referência aos desenhos apensos.

Descrição Sucinta dos Desenhos

A figura 1 é um diagrama em blocos de um estágio de rádio
25 transmissor previamente conhecido compreendendo um amplificador de potência com realimentação do sinal de saída.

A figura 2 mostra, na forma de um diagrama em blocos, os princípios do estágio transmissor inventivo.

A figura 3 é um diagrama em blocos do estágio transmissor

inventivo em detalhe.

A figura 4 é um diagrama em blocos de uma concretização alternada de um dispositivo de controle amplificador no estágio transmissor.

A figura 5 é um fluxograma do processo inventivo.

5 Concretizações Preferenciais

Na figura 1 um diagrama em blocos de um transmissor previamente conhecido é mostrado. Em princípio, este transmissor é dividido em um laço de controle de modulação em fase 117 e um laço de controle de modulação em amplitude 115. O laço de controle de modulação em amplitude 10
compreende um amplificador de potência 107, um acoplador direcional 109,
um detector de envolvente 111 e um amplificador de diferença 113. O
acoplador direcional 109 realimenta parte da potência de saída do terminal de
saída do amplificador de potência. O acoplador direcional é conectado com o
detector de envolvente 111, que por sua vez está conectado com um dos
terminais de entrada de sinal do amplificador de diferença 113. No outro
terminal de entrada de sinal um sinal de referência de amplitude 125 é
conectado. O amplificador de diferença 113 gera um sinal de diferença de
tensão como um resultado da diferença entre os dois terminais de entrada de
sinal. O amplificador de diferença é conectado com um terminal de entrada de
20 modulação em amplitude no amplificador de potência 107. A modulação em
amplitude do sinal de saída do amplificador de potência é realizada variando a
tensão do sinal de referência de amplitude.

A conversão de frequência de um sinal de referência de fase 121 para a frequência de canal apropriada foi resolvida neste dispositivo da
técnica anterior pelo laço de controle de modulação em fase 117. O laço
compreende um misturador 101, um detector de fase 103 e um oscilador
controlado por tensão, VCO, 105, e uma conexão de realimentação 131 do
terminal de saída do oscilador para um circuito de comutação 130. Como
previamente mencionado, amplificadores não lineares apresentam forte

distorção de fase à alta potência. Esta distorção pode ser neutralizada por uma conexão de realimentação 132 que está conectada com o terminal de saída 109 do amplificador de potência e que desse modo inclui o amplificador de potência no laço de controle de modulação em fase. Introduzindo um circuito de comutação 130 no laço de controle de modulação em fase é possível comutar entre os dois laços de realimentação 131 e 132. Um dos sinais de realimentação é realimentado ao misturador 101. O misturador gera um sinal de frequência intermediária 127, a frequência do qual é igual à diferença entre um sinal de referência de frequência 123 e o sinal de realimentação do circuito de comutação 130. O detector de fase 103 gera um sinal de erro que depende da diferença de fase entre o sinal de frequência intermediária 127 e o sinal de referência de fase 121. O sinal de erro é conectado com o terminal de entrada de controle de frequência do oscilador. Assim, o sinal de saída do oscilador obtém uma fase que é aproximadamente igual à fase do sinal de referência de fase 121, que significa que o sinal de saída foi modulado em fase pelo sinal de referência de fase 121. A frequência do sinal de saída depende da soma de, ou da diferença entre, a frequência do sinal de referência de frequência e a frequência do sinal de referência de fase.

É todavia impossível na prática sincronizar (amarra) rapidamente com a fase correta pela comutação da maneira previamente conhecida. Os problemas ocorrem se a elevação ou abaixamento da potência de saída é efetuada muito rapidamente. O comutador causará uma perturbação de fase que não se extinguirá de forma bastante rápida. Na pior das hipóteses o laço perderá sua condição sincronizada.

A figura 2 mostra uma representação genérica da construção do estágio de rádio transmissor inventivo 1. Em princípio o estágio transmissor 1 é dividido em um laço de controle de modulação em fase 5, designado na figura como PHC, um dispositivo de controle de amplificador 8 para processamento de sinal e controle da potência de saída, designado PAC, um

amplificador de potência 2 e um detector de potência 13. O estágio transmissor 1 é conectado com outras partes, não mostradas, de um rádio transmissor através de seus terminais de entrada 3, 6, 9 e 10. O estágio transmissor 1 é também conectado com uma antena 50 através de um terminal de saída 4, que é comum 5 com o amplificador de potência e o estágio transmissor.

De um dispositivo fonte de alimentação (não mostrado na figura) tal como uma fonte de voltagem (bateria, etc.), uma corrente I_{sup} é alimentada ao amplificador de potência 2 através do terminal de entrada de corrente de alimentação. A tarefa do amplificador de potência é amplificar um 10 sinal modulado de entrada U_{pm} em um terminal de entrada I_1 , a uma potência determinada por um sinal de controle amplificador I_{ctrl} em um terminal de entrada SI_1 do amplificador de potência. O laço de controle de modulação em fase 5 PHC funciona como um dispositivo conversor para amarração de fase e conversão de frequência e emite o sinal U_{pm} num terminal de saída 7 através de 15 uma conexão com o amplificador de potência 2. O sinal U_{pm} , que mantém a informação modulada em fase e a frequência de canal correta, e tem uma amplitude constante, é modelado (em algumas aplicações é modulado em amplitude se isto é desejável) e amplificado pelo amplificador 2 em um sinal antena Y_{pm} . O sinal Y_{pm} é determinado em parte pelo sinal modulado em fase 20 U_{pm} no terminal de entrada I_1 , em parte pelo sinal de controle de amplificador I_{ctrl} no terminal de entrada SI_1 do amplificador. O terminal de saída 4 do amplificador de potência e conectado com a antena 50, quer diretamente quer através de componentes de circuito apropriados (tais como filtros, circuitos de adaptação, etc.).

De acordo com a invenção o consumo de corrente I_{sup} é detectado por intermédio do detector de potência 13, que por sua vez emite um valor elétrico I_{true} , que é proporcional ao I_{sup} atual. O detector de potência tem um terminal de saída que está conectado com um dos terminais de entrada do dispositivo de controle de amplificador 8, um terminal de entrada 11. O

dispositivo de controle de amplificador 8 compara o sinal I_{true} com um sinal componente de amplitude A_{amp} e um valor de controle I_{cvs} , que é um sinal indicando um valor de controle da potência de saída. O sinal I_{cvs} é conectado com a entrada 10 do dispositivo de controle de amplificador 10. O sinal componente de amplitude A_{amp} é conectado com o dispositivo de controle 8 em 5 um terminal de entrada 9.

O dispositivo de controle 8 combina as contribuições dos diferentes sinais de entrada conjuntamente e emite pelo terminal de saída 12 o sinal de controle amplificador I_{ctrl} para o terminal de entrada de controle SI_1 do 10 amplificador de potência. No rádio transmissor inventivo o sinal RF modulado U_{pm} é gerado a partir de um sinal componente de referência de fase E_{phr} no laço de controle de modulação de fase 5, que é um dispositivo de conversão, que tanto converte a frequência como amarra em fase o sinal entrante E_{phr} .

O dispositivo de controle amplificador 8 PAC para 15 processamento de sinais e controle da potência de saída, e o laço de controle de modulação de fase 5 PHC, pode ser implementado de várias maneiras. Na figura 3 uma concretização preferencial do estágio transmissor 1 é mostrada, que será descrita a seguir.

Nesta concretização o dispositivo de controle amplificador 8 20 comprehende um conversor digital/análogo 20 DAC, um circuito de compensação 21 CMP, um controlador de amplitude 22 REG e um filtro de controle 23 F. Como estes cooperam construtivamente para controlar a potência de saída e a amplitude do amplificador passarão a ser explanados a seguir.

O sinal de componente de amplitude A_{amp} e o valor de controle 25 I_{cvs} nos terminais de entrada 9 e 10 respectivamente são sinais codificados em binário que determinam a amplitude de sinal de saída e a potência de saída do amplificador de potência 2. O sinal componente de amplitude A_{amp} e o sinal de valor de controle I_{cvs} são somados em um dispositivo somador 24 para formar

um novo sinal codificado em binário a_{dac} .

Devido ao amplificador de potência 2 ser construído utilizando tecnologia analógica, os sinais digitais tem de ser convertidos em sinais analógicos. Isto é realizado com o conversor D/A 20 DAC que converte o sinal 5 a_{dac} em um sinal de tensão a_{cmp} . Esta tensão constitui uma tensão de referência para o seguinte controlador de amplitude 22. O sinal de saída a_{cmp} do conversor 10 20 proporcional à amplitude expressa em dB.

Para compensar a relação não-linear entre o consumo de corrente e a tensão de saída (em dB) de amplificadores de potência com alta 15 eficiência, o sinal a_{cmp} do conversor 20 proporcional à amplitude expressa em dB.

Para compensar a relação não-linear entre o consumo de corrente e a tensão de saída (em dB) de amplificadores de potência com alta 15 eficiência, o sinal a_{cmp} do conversor 20 proporcional a amplitude expressa em dB.

Para compensar a relação não-linear entre o consumo de corrente e a tensão de saída (em dB) de amplificadores de potência com alta 20 eficiência, o sinal a_{cmp} é conectado com o circuito de compensação 21 CMP entre o conversor D/A 20 DAC e o controlador de amplitude 22 REG. A função de transferência do circuito é adaptada ao amplificador de potência de tal maneira que a relação torna-se linear.

Neste caso uma função exponencial pode ser um adaptação apropriada.

Um sinal de saída a_{cvs} do circuito compensador 21 para o 25 controlador de amplitude 22 é assim uma tensão de referência adaptada e a seguir designado de sinal de valor de controle de amplitude. Com o controlador 22 outro sinal é também conectado, que com relação a isto é designado de valor verdadeiro I_{true} . O sinal é um sinal de saída de um detector de potência 13 que detecta ou mede o consumo de corrente do amplificador de potência 2. O

detector de corrente 13 é conectado com o terminal de entrada de potência 3 do amplificador de potência e o detector 13 emite o valor verdadeiro I_{true} , um sinal de voltagem que é proporcional a entrada de corrente para o amplificador 2. O sinal de valor de controle de controle de amplitude a_{cvs} e o valor verdadeiro I_{true} 5 são conectados com os terminais de entrada no controlador de amplitude 13. O controlador de amplitude 22 pode ser um amplificador de diferença, que significa que a diferença entre os dois sinais de entrada será um sinal de erro a_{err} . Este sinal de erro é filtrado do ruído no filtro de controle 23 e constitui o sinal de controle de amplificador I_{ctrl} , que é conectado com a entrada de 10 controle SI₁ do amplificador.

A seguir será descrita a conversão de frequência do sinal componente de referência de fase E_{phr} para a frequência de canal correta.

Na figura 3 uma concretização preferencial do laço de controle de modulação de fase 5 é também mostrado, que devido à sua função pode ser 15 visto como um dispositivo de conversão para amarração de fase e conversão de frequência. A presente concretização também oferece uma compensação muito eficaz para a distorção de fase.

Como um sinal de entrada para o dispositivo é usado um sinal componente de referência de fase E_{phr} , que é um sinal no qual a informação é 20 mantida na fase. O sinal componente de referência de fase compreende as informações de fase a serem moduladas e transmitidas sobre uma frequência portadora apropriada.

A conversão de frequência do sinal componente de referência de fase E_{phr} para a frequência de canal correta se verifica em um laço de 25 controle de modulação de fase para sincronização (amarração) de fase e conversão de frequência. O laço compreende um misturador 30, um detector de fase 31, um oscilador controlado por tensão 32 (VCO), um circuito filtro integrador 34, o circuito de combinação 35, e uma conexão de realimentação 33 do terminal de saída do oscilador 32 através de um primeiro dispositivo de

ramificação 37 para um primeiro terminal de entrada de um circuito de combinação 35. O oscilador 32 está conectado com um terminal de entrada I_1 do amplificador de potência 2, o terminal de saída 4 do qual está conectado com a antena 50. O circuito em laço de controle de modulação de fase 5 também tem uma segunda conexão de realimentação 36 do terminal de saída 4 do amplificador de potência 2 através de um segundo dispositivo de ramificação 38 com um segundo terminal de entrada do circuito de combinação 35.

O circuito de combinação 35 pode querer um circuito com somente componentes passivos quer um circuito com componentes ativos (transistores). Um divisor de voltagem no qual somente resistores foram usados como componentes é um exemplo de um circuito com somente componentes passivos. Em determinadas circunstâncias pode ser mais vantajoso o uso de componentes ativos. O circuito de combinação pode então ser implementado como um amplificador. Deve ser enfatizado que existem outras soluções além daquelas definidas acima para mostrar como um circuito de combinação deve ser projetado.

O misturador 30 gera um sinal de frequência intermediária e_{ifs} , a frequência do qual é igual à diferença entre um sinal de referência de frequência e_{frs} de um sintetizador de frequência 39 e um sinal de realimentação e_{fdb} do circuito de combinação 35.

O detector de fase 31 gera um sinal de erro e_{phf} , que depende da diferença de fase do sinal de frequência intermediária e_{ifs} e o sinal componente de referência de fase E_{phr} . Para reduzir o risco de distorção de fase, transmissão de ruído e alargamento da largura de banda como um resultado de ruído de banda larga, o circuito filtro integrador 34 é conectado entre o detector de fase 31 e o oscilador controlado por tensão 32.

O circuito filtro elimina eficazmente o ruído de banda larga. O ruído origina-se de fontes antes do detector de fase. Uma fonte deste tipo pode

ser um modulador de IQ, que é usado em determinados tipos de rádio transmissores.

O sinal de erro e_{phr} é conectado com a entrada de controle de frequência do oscilador 32. Desta maneira o sinal de saída U_{pm} do oscilador 32 obtém uma fase que é aproximadamente igual à fase do sinal componente de referência de fase E_{phr} , o que significa que o sinal de saída U_{pm} é fase modulado com o sinal componente de referência de fase E_{phr} . A frequência do sinal de saída U_{pm} é igual à soma de ou a diferença entre a frequência do sinal de referência de frequência e_{frs} e as frequências do sinal componente de referência de fase E_{phr} .

O sinal U_{pm} é conectado com o amplificador de potência 2, que amplifica o sinal U_{pm} na dependência do sinal de controle de amplificador I_{ctrl} . Um sinal de antena Y_{pm} na saída 4 do amplificador 2 para a antena 50 então obtém a forma determinada pelo sinal de controle de amplificador I_{ctrl} .

O dispositivo combinador, o circuito de combinação 35, obtém tanto uma parte do sinal U_{pm} , na figura designado e_{pm1} , e uma parte do sinal Y_{pm} , na figura designado e_{pm2} , cada um através de um dos dispositivos 37 e 38 respectivamente, para ramificação de sinais. Estes dispositivos podem ser construídos como acopladores direcionais ou alguma forma de divisores de tensão (pino capacitivo ou resistivo). Os dois laços, 33 e 36 respectivamente, conectam os dispositivos 37 e 38 respectivamente, cada um com um dos terminais de entrada do circuito de combinação 35. Este circuito combina os dois sinais e_{pm1} e e_{pm2} do laço apropriado com o sinal de realimentação acima mencionado e_{fdb} no laço. Os dispositivos 37 e 38 derivam uma determinada parte dos sinais U_{pm} e Y_{pm} respectivamente. Estes dispositivos também podem ser controláveis. A fração dos respectivos sinais que é ramificada pode assim ser controlada individualmente, o que pode ser uma vantagem. Um exemplo dos dispositivos mencionados, são os acopladores direcionais controláveis.

Antes da elevação do amplificador de potência PA 2 ser

iniciada, o laço é sincronizado (amarrado) com o sinal de saída do oscilador controlado por voltagem 32 por intermédio do primeiro laço de realimentação 33. Como a potência de saída aumenta na dependência do sinal de controle I_{ctrl} o sinal de realimentação e_{pm2} da saída do amplificador de potência através do segundo laço de realimentação 36 gradualmente dominará o sinal de realimentação e_{fdb} em relação ao sinal de oscilador de realimentação e_{pm1} através do primeiro laço de realimentação 33.

Sem o laço 33 a amarração de fase não é obtida com a ativação do transmissor em tempo útil antes do amplificador de potência ser ativado. Se a largura de banda do laço é suficientemente elevada, o laço terá tempo para compensar o desvio de fase no amplificador de potência 2 durante a elevação da potência de saída. Um conexão de realimentação através do laço 36 tem de ser estabelecida e a amarração mencionada obtida de maneira a realizar a compensação de distorção de fase desejada a aproximadamente 10dB à plena potência de saída.

O processo para compensar a distorção de fase de acordo com a presente concretização implica que ambos os sinais e_{pm1} e e_{pm2} de cada um dos laços 33 e 36 respectivamente, são combinados para formar o novo sinal de realimentação e_{fdb} no laço. Se a amplificação no amplificador 2 é alterada, então, o compartilhar, e a dominância dos sinais ramificado e de realimentação no sinal de realimentação para amarração de fase e laço de conversão no sentido ascendente também se alteram. Este processo oferece uma transição suave e contínua entre cada participação de sinal de realimentação e desse modo dominância no sinal de realimentação total para que o laço de controle de modulação em fase possa ser sincronizado em fase no tempo antes de uma rápida mudança da potência de saída do amplificador de potência se iniciar. O processo também implica que a dominância do sinal ramificado e realimentado do terminal de saída do amplificador de potência 2 aumenta no novo sinal de realimentação quando a potência de saída do amplificador de potência é baixa.

Através deste processo descrito, o laço de controle de modulação em fase 5 é sincronizado com o sinal modulador U_{pm} sobre o terminal de saída do amplificador de potência antes da potência de saída do amplificador de potência ser aumentada. Quando a elevação do amplificador 5 tiver se iniciado, o laço de sincronização e conversão ascendente de fase é amarrado com o sinal modulado amplificado no terminal de entrada do amplificador de potência, antes da potência de saída do amplificador de potência ter atingido potência de saída plena.

Outra concretização do estágio transmissor 1 é apresentada na 10 figura 4. Somente o dispositivo de controle de amplificador 8, que foi modificado, é mostrado. Sob todos os outros aspectos o estágio transmissor é similar àquele mostrado na figura 3.

Em comparação, existem óbvias diferenças entre o estado da 15 técnica como descrito e a presente invenção. No dispositivo da técnica anterior a amplitude do sinal de saída é registrada e a amplificação é controlada em relação à realimentação deste sinal de saída. As desvantagens de um processo deste tipo e uma construção dessa natureza foram descritas acima. Na presente invenção a corrente de alimentação para o amplificador de potência é registrada e controlada. A invenção possibilita utilizar a conexão entre a 20 potência de saída e a corrente de alimentação para controlar a amplitude e a potência de saída. As vantagens de um processo e de uma construção de acordo com a invenção também foram descritas previamente. Uma comparação também revela diferenças na construção e função do dispositivo de controle 25 amplificador 8. O dispositivo de técnica anterior também não tem um circuito de combinação 35 que habilite a combinação de dois sinais de realimentação em um novo sinal de realimentação e_{fdb} . Este circuito de combinação habilita a suave mudança da dominância mútua dos dois sinais de realimentação.

Nesta concretização do dispositivo de controle amplificador 8 o dispositivo somador 24, o conversor D/A 20 DAC, o circuito de compensação

21 CMP, o controlador de amplitude 22 REG e o filtro de controle 23 são
 5 compreendidos. O dispositivo de controle de amplificador 8 também
 compreende o terminal de entrada 9 para o sinal componente de amplitude
 A_{amp} , o terminal de entrada 10 para o valor de controle I_{cvs} e o terminal de
 10 entrada 11 para o sinal de valor verdadeiro I_{true} e um terminal de saída 12 para
 o sinal de controle de amplificador I_{ctr} . Este terminal de saída é conectado com
 15 o terminal de entrada de controle do amplificador SI₁. O que distingue a
 presente concretização da concretização previamente apresentada de acordo
 20 com a figura 3, é que uma a unidade de tabela 25 LUT é também
 compreendida na solução do circuito. A unidade de tabela 25 é conectada entre
 25 o dispositivo somador 24 e o conversor D/A 20. A seguir, sua função na
 presente concretização será descrita.

Os dois sinais codificados em binário, o sinal de componente de
 5 amplitude A_{amp} sobre a entrada 9 e o valor de controle I_{cvs} na entrada 10, são
 10 somados entre si no dispositivo de adição com um novo sinal codificado
 15 binário a_{dac} . Este novo sinal compreende informação de amplitude do sinal
 20 componente de amplitude A_{amp} , e também informação acerca da potência de
 25 saída e do ponto de operação do amplificador de potência. Existe uma conexão
 não-linear entre o consumo de corrente e a tensão de saída (em dB) de
 amplificadores de potência com alta eficiência. Esta conexão é conhecida,
 porém varia com a variação do ponto operativo do amplificador de potência.
 Esta variação pode ser ilustrada se a conexão entre o consumo de corrente e a
 tensão de saída (em dB) é graficamente representada como curvas para os
 pontos operativos. A variação na conexão, todavia, pode ser compensada por
 intermédio da unidade de tabela 25, a memória da qual encerra valores de
 compensação armazenados para diferentes pontos operativos. Por intermédio
 da unidade de tabela 25, uma conexão constante pode assim ser mantida
 através de uma área operativa pertinente do amplificador 2. A unidade de
 tabela 25 pode ser uma denominada tabela de consulta LUT. Estas são

particularmente úteis devido a serem rápidas. O sinal de saída da unidade de tabela é conectado com o conversor D/A 20. Além disto, esta concretização da unidade de controle amplificador 8 funciona da mesma maneira como previamente mostrado na figura 3.

5 A figura 5 mostra um fluxograma apresentando o processo inventivo passo a passo.

O processo de inicia por um sinal de informação que foi dividido em um sinal componente de referência de fase E_{phr} e um sinal componente de amplitude A_{amp} , recebidos no estágio transmissor 1 no rádio transmissor. Em uma primeira etapa, 202, o sinal componente de referência de fase E_{phr} é convertido no sentido ascendente no dispositivo de conversão 5 em um sinal de RF modulado em fase U_{pm} . A seguir, na etapa 204, uma sincronização (amarração) de fase é realizada por um oscilador controlado por voltagem 32 compreendido no dispositivo de conversão 5, para gerar o sinal 10 RF modulado em fase U_{pm} .

15 O sinal componente de amplitude codificado em binário A_{amp} e um sinal de valor de controle codificado em binário I_{cvs} são somados para formar um novo sinal codificado em binário a_{dac} , como mencionado na etapa 206. A seguir, na etapa 208, uma conversão do sinal codificado em binário a_{dac} se processa no conversor digital/análogo 20 em um sinal analógico a_{cmp} . A seguir na etapa 210, uma compensação é realizada para a conexão não linear entre a corrente de alimentação I_{sup} e a potência de saída P_{out} , medida na unidade [dBm], no sinal de antena Y_{pm} , a compensação sendo efetuada com uma função de compensação apropriada implementada no circuito de 20 compensação 21. O circuito de compensação 21 corrige o sinal analógico a_{dac} e gera o sinal de valor de controle de amplitude a_{cvs} , que é proporcional à 25 potência de saída (em dBm) do amplificador.

O detector de potência 13 detecta a corrente de alimentação I_{sup} para o amplificador de potência 2 como definido na etapa 212. O detector de

potência 13 então gera o sinal de valor verdadeiro I_{true} , na etapa 214. O sinal de valor de controle de amplitude a_{cvs} e o sinal de valor verdadeiro I_{true} são comparados na etapa seguinte, 216, por intermédio de um controlador de amplitude 22, no qual o sinal de erro a_{err} é gerado como um resultado desta comparação. Na etapa 218 o filtro de controle 23 filtra o sinal de erro a_{err} e gera o sinal de controle de amplificador I_{ctrl} . Na etapa 220 este sinal de controle de amplificador I_{ctrl} controla o amplificador de potência 2, e a amplificação do sinal RF fase modulado U_{pm} , para que o amplificador de potência gere o sinal de antena Y_{pm} . Finalmente o sinal de antena Y_{pm} é conectado com a antena 50 para transmissão adicional através de um canal de radio, na etapa 222. O processo termina na etapa 224, quando a transmissão é terminada. Nas aplicações de telefonia móvel isto pode corresponder ao término de uma abertura por tempo.

Finalmente, deve ser acentuado que tanto o laço de controle de modulação em fase 5 como o dispositivo de controle de amplificador 8 de acordo com as concretizações descritas e o processo descrito são necessários para resolver os problemas enunciados em um rádio transmissor. As soluções propostas também oferecem as vantagens e realizam os objetivos que foram definidos e que serão desejáveis além do que era previamente possível em virtude do estado da técnica.

REIVINDICAÇÕES

1. Rádio transmissor para transmissão de um sinal de informação através de um canal de radio, no dito transmissor é disposto um estágio transmissor (1) que compreende:-

5 a. um amplificador de potência (2) com uma fonte de alimentação de corrente (3) e pelo menos uma entrada (I_1) para um sinal de fase modulada (U_{pm}) e uma entrada de controle (SI_1), e uma saída de sinal de antena (4) para emissão de um sinal de antena (Y_{pm}) para uma antena (50);

10 b. um dispositivo de conversão (5) para a sincronização de fase e conversão de frequênci, que tem um terminal de entrada de sinal de fase (6) para receber um sinal componente de referênci de fase, que é um sinal componente do sinal de informação, e um terminal de saída de sinal RF (7) para a emissão do sinal RF modulado em fase (U_{pm}) com amplitude constante e a frequênci de canal desejada para o terminal de entrada (I_1) do amplificador de potênci (2);

15 c. um dispositivo de controle de amplificador (8) para processamento de sinal e controle de potênci de saída que compreende um terminal de entrada de amplitude (9) para receber um sinal componente de amplitude (A_{amp}) que é um sinal componente do sinal de informação, um terminal de entrada de valor de controle (10) para receber um sinal de valor de controle (I_{cvs}), que indica a potênci de saída desejada do amplificador de potênci (2), um terminal de entrada de valor verdadeiro (11) para receber um valor verdadeiro (I_{true}) que é uma medida da potênci de saída do amplificador de potênci (2) e um terminal de saída (12) conectado com a entrada de controle do amplificador de potênci (SI_1);

20 caractereizado pelo fato de um detector de potênci (13) ser conectado com a fonte de alimentação de corrente (3) do amplificador de potênci para registrar o consumo de corrente e formar o sinal de valor verdadeiro (I_{true}) e emitir este para o dispositivo de controle amplificador (8), no qual um sinal de controle de

amplificador (I_{ctrl}) é gerado em função do sinal componente de amplitude A_{amp} , o valor de sinal verdadeiro (I_{true}) e o valor de controle (I_{cvs}) e é emitido para a entrada de controle (SI_1) do amplificador de potência.

2. Rádio transmissor para transmitir um sinal de informação
através de um canal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato
do amplificador de potência (2), o detector de potência (13) e o dispositivo de
controle de amplificador (8) para processamento de sinal e controle de potência
de saída formarem um laço fechado.

3. Rádio transmissor de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato de um oscilador de tensão controlada (32) que é um
oscilador de alta potência de baixo ruído, ser compreendido no dispositivo de
conversão (5) para sincronização de fase e conversão de frequência.

4. Rádio transmissor de acordo com a reivindicação 1,
caracterizado pelo fato do dispositivo de controle de amplificador (8) para
processamento de sinal e controle de potência de saída compreender um
conversor D/A (20).

5. Rádio transmissor de acordo com as reivindicações 1-4,
caracterizado pelo fato de um sinal de referência de frequência (e_{frs}) ser gerado
por um sintetizador de frequência (39).

6. Rádio transmissor de acordo com as reivindicações 1-5,
caracterizado pelo fato do rádio transmissor (1) transmitir em um canal de
rádio para telefonia móvel.

7. Rádio transmissor de acordo com as reivindicações 1-6,
caracterizado pelo fato do dispositivo de conversão (5) para sincronização de
fase e conversão de frequência compreender um circuito de combinação (35)
para uma combinação de um sinal (e_{pm1}), ramificado da entrada do
amplificador de potência (2), e um sinal (e_{pm2}) ramificado da saída do
amplificador de potência (2), com um sinal de realimentação (e_{fdb}).

8. Rádio transmissor de acordo com as reivindicações 1-7, caracterizado pelo fato do dispositivo de controle de amplificador (8) compreender uma unidade de tabela (25).

9. Rádio transmissor de acordo com a reivindicação 1-8, 5 caracterizado pelo fato do dispositivo de controle de amplificador (8) compreender um circuito de compensação (21).

10. Rádio transmissor de acordo com as reivindicações 1-9, caracterizado pelo fato do dispositivo de conversão (5) para sincronização de fase e conversão de frequência obter um sinal de referência de frequência (e_{frs}) 10 de uma fonte de sinal disposta fora do dispositivo de conversão (5).

11. Processo em um estágio transmissor (1) em um rádio transmissor para modular e amplificar um sinal de informação em um sinal de antena (Y_{pm}) para transmissão adicional através de um canal de radio, por intermédio do qual o sinal de informação foi dividido em um sinal componente de referência de fase (E_{phr}) e um sinal componente de amplitude (A_{amp}), o 15 processo compreendendo as seguintes etapas:

- conversão ascendente do sinal componente de referência de fase (E_{phr}) em um dispositivo de conversão em um sinal RF de fase modulada (U_{pm});

20 - sincronização em fase de um oscilador de tensão controlada (32) compreendido em um dispositivo de conversão (5), o oscilador gerando o sinal RF de fase modulada (U_{pm});

caracterizado pelo fato do processo também compreender as seguintes etapas:

- somar o sinal componente de amplitude (A_{amp}) e um sinal de 25 valor de controle (I_{cvs}) para formar um sinal (a_{dac});

- converter o sinal (a_{dac}) em um conversor digital/análogo (20) em um sinal analógico (a_{cmp});

- compensar a conexão não linear que existe entre uma corrente de alimentação (I_{sup}) e uma potência de saída (P_{out}), de preferência medido na

unidade [dBm], no sinal de antena (Y_{pm}) a compensação realizada com uma função de compensação apropriada implementada em um circuito de compensação (21, e que corrige o sinal analógico (a_{dac}) em um sinal de valor de controle de amplitude(a_{cvs}), que é proporcional à potência de saída do amplificador (2);

5 - detectar por um detector de potência (12) de uma corrente de alimentação (I_{sup}) para o amplificador de potência (2);

- gerar um sinal de valor verdadeiro (I_{true}) no detector de potência (13);

10 - comparar o sinal de valor de controle de amplitude (a_{cvs}) com o sinal de valor verdadeiro (I_{true}) por intermédio de um controlador de amplitude (22), no qual um sinal de erro (a_{err}) é gerado como um resultado da comparação;

15 - filtrar o sinal de erro (a_{err}) e gerar um sinal de controle amplificador (I_{ctrl}) através de um filtro de controle (23);

- controlar o amplificador de potência (2) e a amplificação de potência do sinal RF de fase modulada (U_{pm}) de acordo com o sinal de controle amplificador (I_{ctrl}) para que o sinal de antena (Y_{pm}) seja gerado;

20 - conectar o sinal de antena (Y_{pm}) com uma antena (50) para transmissão adicional através de um canal de radio.

12. Processo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato do processo também compreender a seguinte etapa:

- ajustar o novo sinal codificado em binário (a_{adc}) utilizando uma unidade de valor de tabela (24) do tipo de tabela de consulta (LUT).

25 13. Processo de acordo com a reivindicação 11 ou 12, caracterizado pelo fato do processo também compreender a seguinte etapa:

- compensar a distorção de fase no sinal de antena (Y_{pm})

14. Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato do processo também compreender a seguinte etapa:

- compensar a distorção de fase no sinal de antena (Y_{pm}) efetuando a sincronização de fase no dispositivo de conversão (5) antes da potência de saída do amplificador de potência (2) ser alterada.

15. Processo de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato do processo também compreender a seguinte etapa:

- combinar um sinal (e_{pm1}) ramificado da entrada do amplificador de potência (2) com um sinal (e_{pm2}) ramificado da saída do amplificador de potência para formar um sinal de realimentação (e_{fdb}).

16. Processo de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato do processo também compreender a seguinte etapa:

- efetuar uma transição suave entre o compartilhamento mútuo dos sinais ramificados (e_{pm1} , e_{pm2}) e sua dominância no sinal de realimentação (e_{fdb}).

17. Processo de acordo com as reivindicações 11-16, caracterizado elo fato do processo também compreender a seguinte etapa:

- compensar a conexão não-linear entre a corrente de alimentação (I_{pm}) e a potência de saída (P_{out}) com uma função de compensação exponencial implementada em um circuito de compensação (21) que corrige o sinal analógico (a_{dac}) em um sinal de valor de controle de amplitude (a_{cvs}).

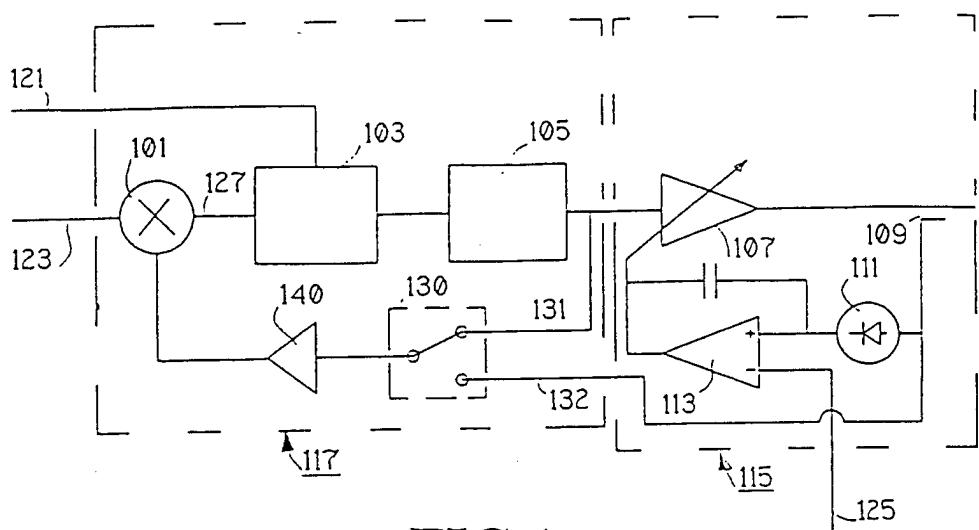


FIG.1

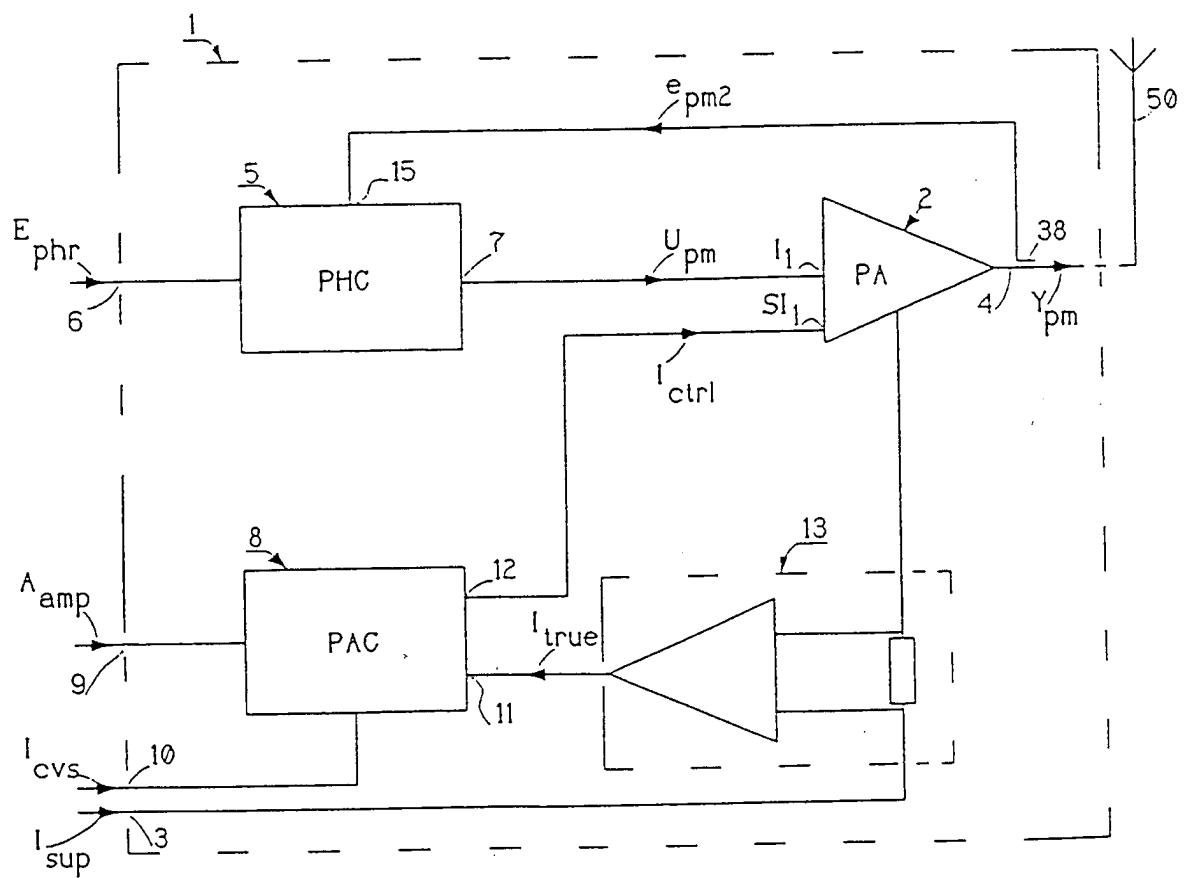


FIG.2

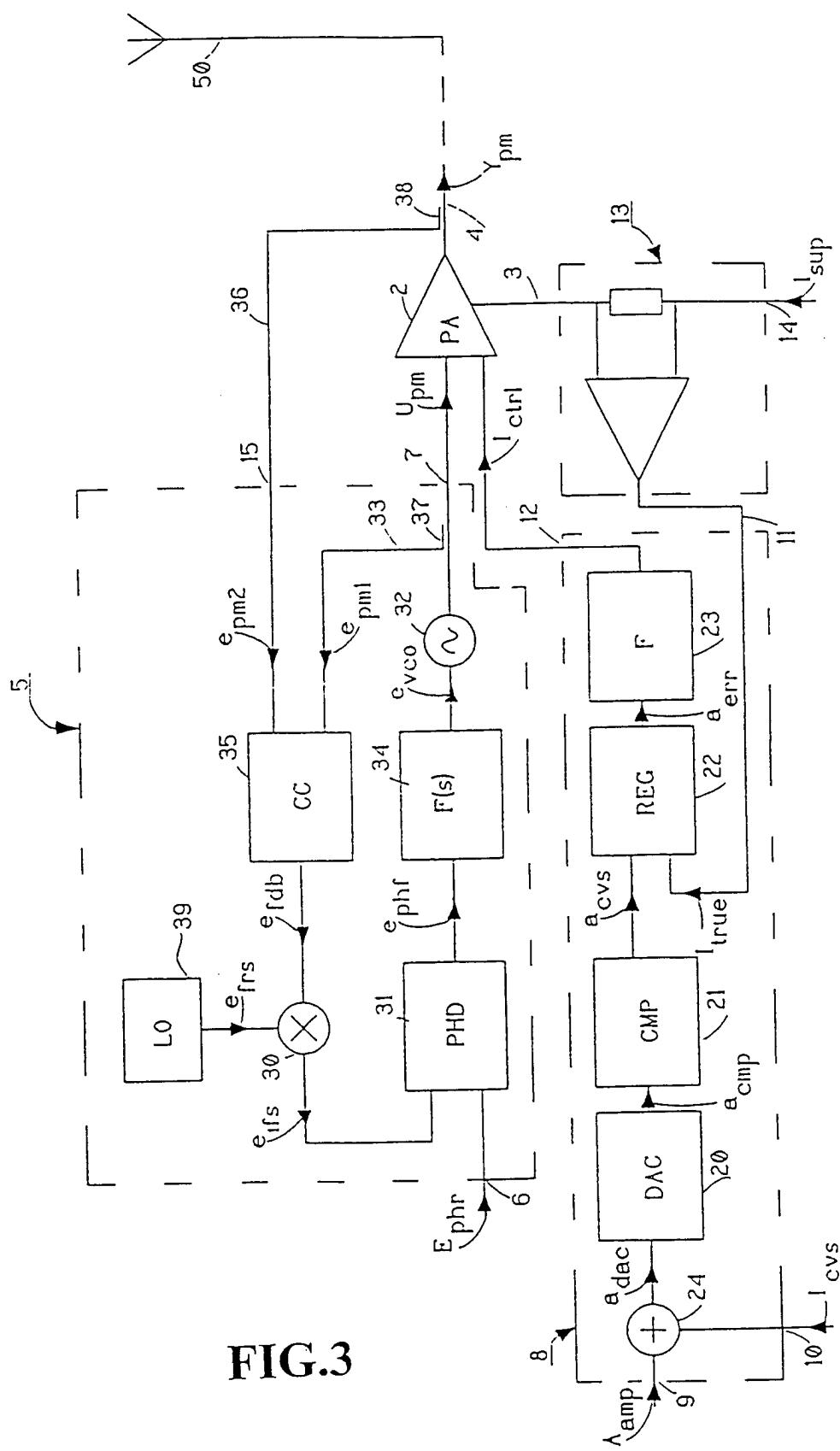


FIG.3

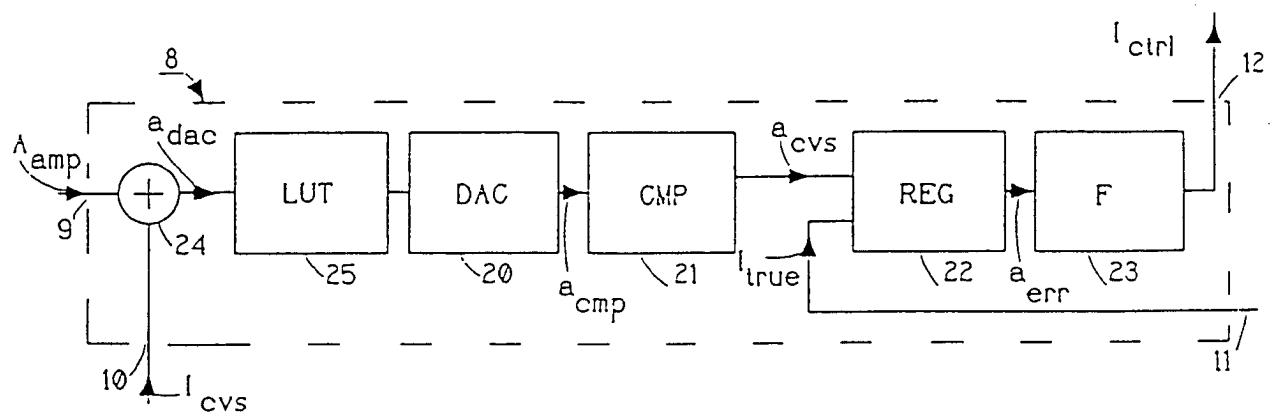


FIG.4

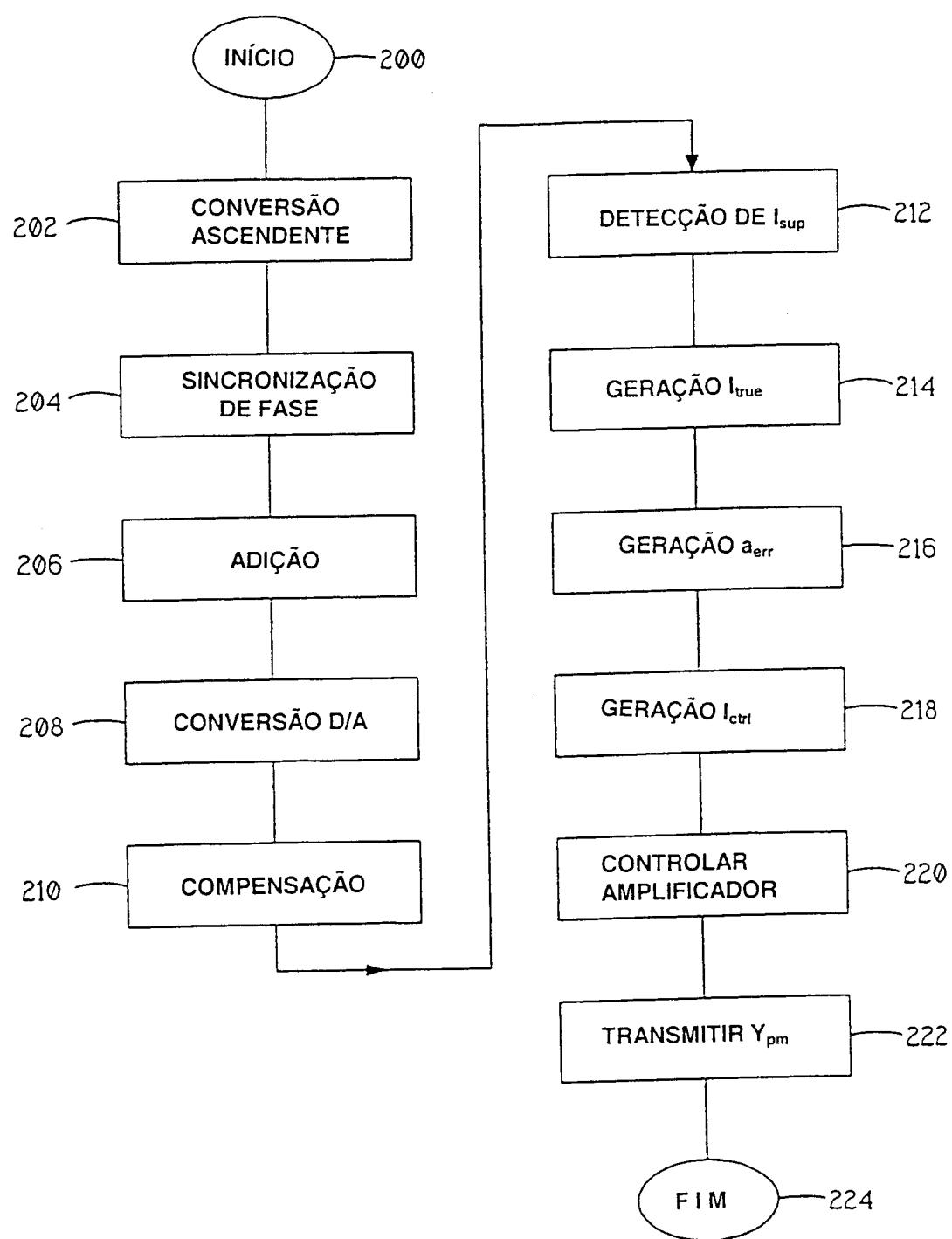


FIG.5

RESUMO

"RÁDIO TRANSMISSOR E PROCESSO EM UM ESTÁGIO TRANSMISSOR EM UM RÁDIO TRANSMISSOR PARA MODULAR E AMPLIFICAR UM SINAL DE INFORMAÇÃO EM UM SINAL DE ANTENA PARA TRANSMISSÃO ADICIONAL ATRAVÉS DE UM CANAL DE RÁDIO".

A presente invenção refere-se a um dispositivo e um processo em um estágio transmissor em um rádio transmissor para modular e amplificar um sinal de informação para transmissão adicional através de um canal de radio. O estágio transmissor no rádio transmissor compreende um dispositivo conversor (5) PCH, um dispositivo de controle de amplificador (8) PAC, um detector de potência (13) e um amplificador de potência (2). Exemplos dos problemas resolvidos pela presente invenção são as dificuldades no reduzir o consumo de corrente, não linearidades no sinal de saída ao utilizar amplificadores não lineares em rádio transmissores, e a obtenção de uma alta relação de sinal para ruído no sinal de saída sem conectar conjuntos de filtro após um amplificador deste tipo. A solução de acordo com o processo e o dispositivo inventivo utiliza um sinal de informação que em etapas anteriores foi dividido em seus componentes polares; um sinal componente de referência de fase (E_{phr}) e um sinal componente de amplitude (A_{amp}). A fase de componente de referência de fase modular uma fonte de sinal de alta potência de baixo ruído que tem uma amplitude constante. A amplitude do sinal obtido é então formada em um amplificador, que é controlável com o sinal componente de amplitude (A_{amp}). Seu consumo de corrente é registrado e comparado com um valor de controle para a corrente. O amplificador é controlado no sentido deste valor de controle.