MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	**101996900550019**
Data Deposito	**18/10/1996**
Data Pubblicazione	**18/04/1998**

Priorità	08/566811
Nazione Priorità	US
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	03	F		

Titolo

AMPLIFICATORE DI POTENZA LINEARE CON POLARIZZAZIONE ATTIVA AD ALTO RENDIMENTO E RELATIVO METODO DI AMPLIFICAZIONE.

Domanda di Brevetto No. 08/566.811

DIPARTIMENTO DEL COMMERCIO U.S.

Ufficio Brevetti e Marchi di Fabbrica

DESCRIZIONE

AMPLIFICATORE DI POTENZA LINEARE CON POLARIZZAZIONE ATTIVA AD ALTO RENDIMENTO E RELATIVO METODO DI AMPLIFICAZIONE

Campo dell'Invenzione

La presente invenzione si riferisce in generale a gli amplificatori di potenza lineari e più particolarmente agli amplificatori di potenza a microonde che utilizzano la polarizzazione attiva.

Precedenti dell'Invenzione

E' desiderabile che gli amplificatori di potenza a radio frequenza (RF) amplifichino linearmente i segnali a radio frequenza in maniera altamente efficiente. Tuttavia, vi sono dei compromessi fra la massima efficienza e la elevata linearità. L'efficienza è generalmente proporzionale al livello di pilotaggio di ingresso e la elevata efficienza usualmente non viene raggiunta se non quando un amplificatore si approssima alla sua potenza di uscita massima, cosa che non è consistente con un funzionamento lineare. Gli amplificatori di tipo Doherty, per esempio, realizzano un vantaggio di efficienza nei con-

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

fronti dei classici amplificatori operanti in classe AB ed in classe B in prossimità della potenza di picco, in parte, grazie ad una modulazione istantanea della linea di carico dei loro amplificatori di portante quando il livello di ingresso a radio frequenza varia. In altre parole, gli amplificatori di tipo Doherty presentano una relazione più favorevole fra il livello di pilotaggio di ingresso e l'efficienza, poichè la linea di carico dello amplificatore viene continuamente modificata per mantenere una elevata efficienza quando il livello di pilotaggio di ingresso varia. In aggiunta, la potenza di polarizzazione degli amplificatori di tipo Doherty viene notevolmente ridotta nei confronti dei classici amplificatori operanti in classe AB ed in classe B.

La elevata linearità viene generalmente dimostrata da un basso livello di prodotti di intermodulazione non lineari. In molte situazioni, i segnali a radio frequenza che debbono essere amplificati nei sistemi di telecomunicazioni per via satellite comprendono una molteplicità di frequenze portanti distribuite attraverso una grande larghezza di banda istantanea. Le caratteristiche simili a rumore di questi segnali a portanti multiple rendono difficile la amplificazione di tali segnali in maniera lineare.

Nella progettazione degli amplificatori, quando i

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

livelli di pilotaggio a radio frequenza di ingresso aumentano, i livelli di pilotaggio di uscita a radio frequenza aumentano anch'essi fino a che l'amplificatore si approssima alla saturazione. Tuttavia, se il livello di pilotaggio a radio frequenza è sufficientemente grande, lo amplificatore di portante svilupperà sulla sua regione di gate/base una tensione negativa (a causa della rettificazione del segnale a radio frequenza come risultato del fatto che la giunzione gate-sorgente viene pilotata in una polarizzazione diretta). Se questa tensione negativa si verifica prima che i dispositivi attivi raggiungano la loro piena capacità di potenza di uscita FT, allora l'amplificatore di portante sarà "strozzato" (pinched off) e la saturazione di potenza a radio frequenza si verificherà prematuramente.

Perciò, ciò di cui vi è necessità è un circuito di polarizzazione per un amplificatore di tipo Doherty il quale precluda alla tensione di "strozzatura" negativa di verificarsi nell'amplificatore di picco consentendo un perfezionamento della potenza di uscita a radio frequenza, nonchè un incremento dell'intervallo dinamico di pilotaggio di ingresso a radio frequenza attraverso il quale si può realizzare un funzionamento ad elevata efficienza.

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

Breve descrizione dei Disegni

L'invenzione verrà puntualizzata con particolarità nelle rivendicazioni allegate. Tuttavia, una più completa comprensione della presente invenzione può essere derivata facendo riferimento alla descrizione dettagliata ed alle rivendicazioni, quando considerate in combinazione con la figura.

La Figura 1 rappresenta uno schema a blocchi di un amplificatore di potenza di tipo Doherty con polarizzazione attiva in conformità con la presente invenzione.

La esemplificazione esposta nella presente descrizione illustra una preferita forma di realizzazione dell'invenzione in una sua forma esecutiva e tale esemplificazione non deve essere interpretata come limitativa in alcun modo.

Descrizione dettagliata del Disegno

La presente invenzione fornisce, fra le altre cose, un amplificatore di potenza che amplifica linearmente, con l'impiego di una polarizzazione attiva per elevata efficienza, fornendo un mezzo per determinare elettricamente il livello di pilotaggio a radio frequenza per un dispositivo attivo, per esempio un transistore ad effetto di campo (FET) oppure un transistore bipolare. La conoscenza del livello di pilotaggio a radio frequenza offre un mezzo con il quale la circuiteria elettrica può

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

essere impiegata per il perfezionamento della efficienza di conversione da corrente continua a radio frequenza degli amplificatori di potenza e/o per determinare l'inviluppo a radio frequenza dei segnali di ingresso compositi.

La presente invenzione utilizza la fisica dello stato solido dei transistori ad effetto di campo e/o dei transistori bipolari, per il fatto che la giunzione gate/source e le giunzioni base/emettitore dei rispettivi dispositivi formano delle giunzioni PN che, sotto le condizioni della polarizzazione inversa, presentano una corrente di perdita fornita dalla seguente equazione:

$$I(\text{diodo}) = Is \left\{ eqV/(nKT) - 1 \right\}$$

in cui:

I(diodo) = la corrente nella giunzione PN della regione di gate/source del dispositivo (vale a dire per un transistore ad effetto di campo),

V = la tensione di polarizzazione inversa applicata alla giunzione gate/base,

q = carica elettronica ($1{,}602 \times 10^{-19}$),

T = temperatura in gradi Kelvin (25°C=297°K),

n = fattore di idealità per tener conto della ricombinazione della carica spaziale nella giunzione del diodo,

K = costante di Boltzman ($1{,}380 \times 10^{-23}$ joule/°K) e

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

Is = corrente di saturazione inversa della giunzione del diodo.

Nelle condizioni di pilotaggio a radio frequenza, la sopra esposta equazione diventa:

$$I(diodo)=Is\left\{eqVgSin(\omega t)/(nKT)-1\right\}$$

in cui:

VgSin(ωt) = tensione di pilotaggio a radio frequenza variabile nel tempo intorno alla tensione di gate.

La integrazione di questa equazione attraverso un periodo di tempo fornisce la tensione di gate media per tale periodo.

Se un resistore viene inserito in serie con la tensione di gate in corrente continua oppure la tensione di base in corrente continua di un transistore ad effetto di campo oppure di un dispositivo bipolare, una tensione in corrente continua sulla giunzione gate/base e la corrente attraverso tale resistore, che è una funzione del livello di pilotaggio a radio frequenza applicato, possono essere misurate.

Questa tensione indotta dal pilotaggio a radio frequenza e la relativa corrente possono quindi essere impiegate in una circuiteria di controllo la cui funzione è quella di determinare le condizioni ottimali di polarizzazione per ottenere la massima potenza di uscita a radio frequenza e l'efficienza della conversione da cor-

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

rente continua a radio frequenza per l'amplificatore di potenza a radio frequenza in cui viene impiegato il dispositivo da cui si ottiene questa tensione di controllo e da cui si ottiene la relativa corrente.

Un segnale di ingresso a radio frequenza crescente comporterebbe un aumentato livello della potenza di uscita a radio frequenza fino a che l'amplificatore di approssima alla saturazione. Tuttavia, se il livello di pilotaggio a radio frequenza è sufficientemente grande, lo amplificatore di portante svilupperà sulla sua giunzione di gate/base una tensione negativa (dovuta alla rettificazione del segnale a radio frequenza, come risultato del fatto che la giunzione gate/source è pilotata nella sua polarizzazione diretta). Se questa tensione negativa si verifica prima che i dispositivi attivi realizzino la loro piena capacità di potenza di uscita a radio frequenza, allora l'amplificatore di portante verrà "strozzato" e la saturazione di potenza a radio frequenza si verificherà prematuramente.

Nella presente invenzione, la tensione di "strozzamento" negativa viene evitata nell'amplificatore di picco e perciò si ottiene un perfezionamento della potenza di uscita a radio frequenza, oltre che un incremento dell'intervallo dinamico di pilotaggio di ingresso a radio frequenza attraverso il quale si può realizzare un fun-

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

zionamento ad alta efficienza.

La Figura 1 rappresenta uno schema a blocchi di un amplificatore di potenza di tipo Doherty con polarizzazione attiva in conformità con la presente invenzione. L'amplificatore di potenza 90 con polarizzazione attiva riceve un segnale di ingresso 100 a radio frequenza caratterizzato da un segnale multi-portante modulato, per esempio dati in voce, dati di segnalazione oppure altri dati modulati che debbono essere trasmessi in un sistema per comunicazioni. Un divisore dipotenza 105 suddivide il segnale di ingresso 100 a radio frequenza in un primo segnale considerato come un segnale in concordanza di fase 110 ed un separato secondo segnale. Il divisore di potenza 105 implementa una variazione di fase di 90 gradi sul secondo segnale separato per un segnale in quadratura di fase 130. Il divisore di potenza 105 può essere implementato come una linea di trasmissione che utilizza un dispositivo a microstrip utilizzando configurazioni note nella tecnica, per esempio i divisori di potenza Wilkenson oppure gli accoppiatori Lange. Per effetto della suddivisione, il segnale 110 in concordanza di fase ed il segnale 130 in quadratura di fase sono di 3 dB al disotto della grandezza del segnale di ingresso 100 a radio frequenza.

Un amplificatore di portante 115 ed un amplifica-

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

tore di picco 135 rispondono ad un circuito 80 di polarizzazione attiva nella determinazione di un interim di attivazione che designa una classificazione dell'amplificatore. L'amplificatore di portante 115 amplifica il segnale 110 in concordanza di fase relativamente all'ingresso 117 di polarizzazione dell'amplificatore di portante. L'amplificatore di portante 115 viene collegato al divisore di potenza 105. L'amplificatore di portante 115 convenientemente opera con bassi livelli di potenza del segnale di ingresso. L'amplificatore di portante 115 è convenientemente un transistore a giunzione bipolare oppure un transistore ad effetto di campo (FET) e preferibilmente un transistore ad elevata mobilità elettronica pseudomorfico (PHEMT). I transistori ad effetto di campo con eterostruttura MESFET (H-FET), HEMT ed altri dispositivi a tre terminali possono anche essere usati. L'amplificatore di portante 115 viene convenientemente polarizzato come un amplificatore operante in classe "B" oppure un amplificatore operante in classe "AB".

L'ingresso di polarizzazione 117 dell'amplificatore di portante, noto anche come prima tensione di riferimento, è collegato all'amplificatore di portante 115 e determina il ciclo di conduzione e la classificazione dell'amplificatore di portante 115. L'ingresso di polarizzazione 117 dell'amplificatore di portante è collegato ad

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

un amplificatore operazionale 200 avente degli ingressi differenziali, uno dei quali viene polarizzato in modo da assumere una tensione di alimentazione di polarizzazione 215 che, nella preferita forma di realizzazione, si trova in un intorno di circa -2,1 volt. L'altro ingresso per l'amplificatore operazionale 200 rivela una variazione dell'ingresso di polarizzazione 117 dell'amplificatore di portante attraverso il resistore 210. L'amplificatore operazionale 200 genera una seconda uscita di tensione di riferimento per pilotare l'amplificatore operazionale 220. I resistori 210 e 215 stabiliscono il guadagno dell'amplificatore operazionale 200. Un secondo amplificatore operazionale 220 risponde alle variazioni dell'ingresso di polarizzazione 117 dell'amplificatore di portante, come rivelato dalla escursione dell'uscita dell'amplificatore operazionale 200. I resistori 225 e 235 stabiliscono la tensione di polarizzazione di riposo per l'amplificatore operazionale 220 utilizzando la tensione di alimentazione di polarizzazione 230, mentre i resistori 240 e 235 stabiliscono il guadagno dell'amplificatore operazionale 220. Un resistore 245 è facoltativo in un amplificatore di tipo Doherty a stadio singolo, come rappresentato, però, in un amplificatore di tipo Doherty multistadio, il resistore 245 svolge una funzione simile a quella del resistore 210 fornendo una tensione di gate/

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

base variabile come funzione del livello di pilotaggio per polarizzare un secondo amplificatore di portante di uno stadio successivo. Un ingresso di polarizzazione 137 dell'amplificatore di picco determina il tempo di attivazione dell'amplificatore di picco 135. L'amplificatore di picco 135 convenientemente commuta a livelli di potenza del segnale di ingresso rispetto a quelli ai quali opera l'amplificatore di potenza di portante 115. Nella preferita forma di realizzazione, l'amplificatore di picco 135 è dello stesso tipo e sostanzialmente identico all'amplificatore di portante 115. Preferibilmente, l'amplificatore di picco 135 è adattato all'amplificatore di portante 115 e può essere fabbricato dallo stesso lotto di chip. Convenientemente, l'amplificatore di picco 135 è polarizzato similmente ad un amplificatore operante in classe "C". Per effetto di questa condizione di polarizzazione, l'amplificatore di picco 135 viene disattivato a bassi livelli dei segnali e la sua uscita appare simile ad un circuito aperto e la sua impedenza di uscita è infinita o molto grande. Coloro che hanno ordinaria esperienza nel settore comprendono il modo in cui progettare i dispositivi per gli amplificatori aventi le caratteristiche precedentemente discusse.

L'uscita dell'amplificatore di portante 115 è collegata ad un circuito combinatore o variatore di fase ed

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

invertitore di impedenza 125 e tale variatore di fase ed invertitore di impedenza 125 provoca uno scorrimento della fase del segnale 110 in concordanza di fase, come amplificato dall'amplificatore di portante 115, per allineare appropriatamente infase questo percorso dei segnali con quello del segnale in quadratura di fase 130, come amplificato dall'amplificatore di picco 135. Ambedue i segnali vengono quindi alimentati ad un carico 145 in concordanza di fase uno con l'altro.

Perciò, è stato descritto un amplificatore di potenza che utilizza la fisica dei dispositivi per realizzare una tensione che è proporzionale all'ampiezza del segnale di pilotaggio a radio frequenza di ingresso. Lo impiego di questa tensione viene quindi applicato in maniera tale da realizzare uno o più effetti desiderabili, per esempio una perfezionata linearità, una più elevata efficienza di conversione da corrente continua a radio frequenza, ulteriore potenza di uscita a radio frequenza e come mezzo per determinare l'inviluppo composito dei segnali a radio frequenza che debbono essere amplificati. Questo amplificatore di potenza è conveniente per l'impiego in sistemi di telecomunicazioni a base satellitare, in cui l'efficienza è critica per effetto della limitata potenza solare e delle batterie. Inoltre, questo amplificatore di potenza è idoneo all'impiego in telecomunica-

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

zioni cellulari che utilizzano una molteplicità di frequenze portanti distribuite attraverso una estesa larghezza di banda istantanea.

La presente invenzione supera specifici problemi e raggiunge certi vantaggi rispetto ai procedimenti ed ai meccanismi della tecnica precedente. Per esempio, non è più necessario impiegare una circuiteria più complicata, per esempio una circuiteria di campionamento e di rivelazione di un segnale di ingresso a radio frequenza, che viene fatta funzionare in maniera tale da realizzare i desiderati risultati.

La precedente descrizione delle specifiche forme di realizzazione pertanto rivelerà pienamente la natura generale dell'invenzione che altri possono, tramite applicazione delle attuali conoscenze, facilmente modificare e/o adattare a varie applicazioni, tali forme di realizzazione specifiche non essendo lontane dal concetto generico e pertanto tali adattamenti e modificazioni dovrebbero e sono da intendere come comprese nel significato e nella portata degli equivalenti delle descritte forme di realizzazione.

Deve essere sottinteso che la fraseologia o terminologia impiegata nella presente descrizione hanno solo lo scopo di descrizione e non di limitazione. In accordo con ciò, si intende che l'invenzione abbraccia tutte que

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

ste alternative, modificazioni, soluzioni equivalenti e varianti come rientranti nello spirito e nell'ambito generale delle allegate rivendicazioni.

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

RIVENDICAZIONI

1. Amplificatore di potenza (90) avente una polarizzazione attiva, caratterizzato da:

un divisore di potenza (105) collegato ad un segnale di ingresso a radio frequenza (100) per produrre un segnale in concordanza di fase (110) ed un segnale in quadratura di fase (130) da detto segnale di ingresso a radio frequenza (100);

un amplificatore di portante (115) per amplificare detto segnale in concordanza di fase (110) da detto divisore di potenza (105);

un amplificatore di picco (135) per amplificare detto segnale in quadratura di fase (130) fornito da detto divisore di potenza (105);

un combinatore collegato sia ad una uscita di detto amplificatore di portante (115), sia ad una uscita di detto amplificatore di picco (135), detto combinatore essendo destinato a combinare in fase additiva detta uscita di detto amplificatore di portante (115) e detta uscita di detto amplificatore di picco (135); e

un circuito di polarizzazione attiva (80) collegato sia a detto amplificatore di portante (115), sia a detto amplificatore di picco (135), detto circuito di polarizzazione attiva (80) essendo destinato a determinare le condizioni ottimali di polarizzazione quando detto se

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

gnale di ingresso a radio frequenza (100) varia in grandezza e per ottenere la massima potenza di uscita a radio frequenza ed il massimo rendimento di conversione di detto amplificatore di portante (115) e di detto amplificatore di picco (135).

2. Amplificatore di potenza (90) secondo la rivendicazione 1, in cui detto amplificatore di portante (115) è polarizzato in modo da fornire una amplificazione di detto segnale di ingresso a radio frequenza (100) a bassi livelli di potenza ed in cui detto amplificatore di picco (135) è polarizzato in modo da iniziare l'amplificazione quandod etto segnale di ingresso a radio frequenza (100) si trova ad un più elevato livello di potenza.

3. Amplificatore di potenza (90) secondo la rivendicazione 2, in cui detto circuito di polarizzazione attiva (80) è caratterizzato da:

un primo amplificatore operazionale (200) per rivelare una variazione dell'ingresso di polarizzazione di detto amplificatore di portante (115) come risultato della variazione di detto segnale di ingresso a radio frequenza (100), detto primo amplificatore operazionale (200) confrontando anche detto ingresso di polarizzazione dell'amplificatore di portante (115) con una prima tensione di alimentazione di polarizzazione (215) e generando una tensione di riferimento; e

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

un secondo amplificatore operazionale (200) per confrontare in secondo luogo detta tensione di riferimento fornita da detto primo amplificatore operazionale (200) con una seconda tensione di alimentazione di polarizzazione (230) e per generare un ingresso di polarizzazione dell'amplificatore di picco (135) per controllare detto amplificatore di picco (135).

4. Amplificatore di potenza (90) secondo la rivendicazione 3, in cui, quando detto segnale di ingresso a radio frequenza (100) varia, l'ingresso di polarizzazione di detto amplificatore di picco (135) varia anche l'inizio della amplificazione effettuata da detto amplificatore di picco (135).

5. Amplificatore di potenza (90) secondo la rivendicazione 2, in cui detto circuito di polarizzazione attiva (80) è caratterizzato da:

un mezzo per rivelare un inizio di saturazione e di strozzamento (pinch-off) di detto amplificatore di portante (115) come risultato di un accumulo di carica negativa derivante da un incremento di detto segnale di ingresso a radio frequenza (100);

un mezzo per confrontare in primo luogo detto accumulo di carica negativa con una prima tensione di alimentazione di polarizzazione (215) per generare una tensione di riferimento;

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

mezzi per confrontare in secondo luogo detta tensione di riferimento con una seconda tensione di alimentazione di polarizzazione (230) per generare un ingresso di polarizzazione (137) dell'amplificatore di picco; e

mezzi per variare l'inizio della amplificazione di detto amplificatore di picco (135).

6. Amplificatore di potenza secondo la rivendicazione 2, in cui detto segnale di ingresso a radio frequenza è un segnale multi-portante.

7. Amplificatore di potenza secondo la rivendicazione 2, in cui detto amplificatore di portante e detto amplificatore di picco comprendono transistori ad effetto di campo ad eterogiunzione.

8. Amplificatore di potenza secondo la rivendicazione 2, in cui detto amplificatore di portante e detto amplificatore di picco comprendono transistori bipolari.

9. Amplificatore di potenza secondo la rivendicazione 2, in cui detto amplificatore di portante e detto amplificatore di picco comprendono dispositivi a semiconduttore ad arseniuro di gallio.

10. Procedimento per amplificare un segnale di ingresso a radio frequenza (100) utilizzando un amplificatore di potenza (90) comprendente una polarizzazione attiva per migliorare l'efficienza quando detto segnale di ingresso a radio frequenza (100) varia di livello del se

ING. BARZANO & ZANARDO ROMA S.p.A.

gnale, detto procedimento essendo caratterizzato dalle seguenti operazioni:

dividere detto segnale di ingresso a radio frequenza (100) in un segnale (110) in concordanza di fase ed in un segnale (130) in quadratura di fase;

in primo luogo amplificare detto segnale in concordanza di fase (110) utilizzando un amplificatore di portante (115) per produrre un primo segnale amplificato;

variare l'ingresso di polarizzazione dell'amplificatore di portante (115) rispetto a detto segnale di ingresso a radio frequenza (100);

polarizzare un amplificatore di picco (135) con l'impiego di un ingresso di polarizzazione (137) per lo amplificatore di picco relativamente all'ingresso di polarizzazione di detto amplificatore di portante (115);

quando detto segnale in quadratura di fase (130) supera detto ingresso di polarizzazione (137) dell'amplificatore di picco, in secondo luogo amplificare detto segnale in quadratura di fase (130) per produrre un secondo segnale amplificato; e

combinare detto segnale in concordanza di fase per primo amplificato con detto segnale per secondo amplificato per produrre un segnale di uscita.

11. Procedimento secondo la rivendicazione 10, in cui detta operazione di polarizzazione è caratterizzata

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

dalle seguenti operazioni:

rivelare un avviamento di saturazione e di strozzamento di detto amplificatore di portante (115) come risultato di un accumulo di carica negativa derivante da un incremento di detto segnale di ingresso a radio frequenza (100);

in primo luogo confrontare detto accumulo di carica negativa con una prima tensione di alimentazione di polarizzazione (215) per generare una tensione di riferimento;

in secondo luogo confrontare detta tensione di riferimento con una seconda tensione di alimentazione di polarizzazione (230) per generare un ingresso di polarizzazione (137) per l'amplificatore di picco; e

variare l'inizio della amplificazione di detto amplificatore di picco (135) relativamente all'ingresso di polarizzazione (137) di detto amplificatore di picco.

12. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui detta operazione di suddivisione è caratterizzata dalle seguenti operazioni:

suddividere detto segnale di ingresso a radio frequenza (100) in un segnale (110) in concordanza di fase ed in un secondo segnale; e

sottoporre detto secondo segnale ad uno scorrimento di fase in modo da ottenere un segnale (130) in qua-

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

dratura di fase.

13. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui detta operazione di combinazione è caratterizzata dalle seguenti operazioni:

sottoporre a scorrimento di fase detto primo segnale amplificato per formare un primo segnale amplificato con fase variata; e

combinare detto primo segnale amplificato con fase variata con detto secondo segnale amplificato per formare un segnale di uscita.

14. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui detto segnale di ingresso a radio frequenza (100) è un segnale multi-portante.

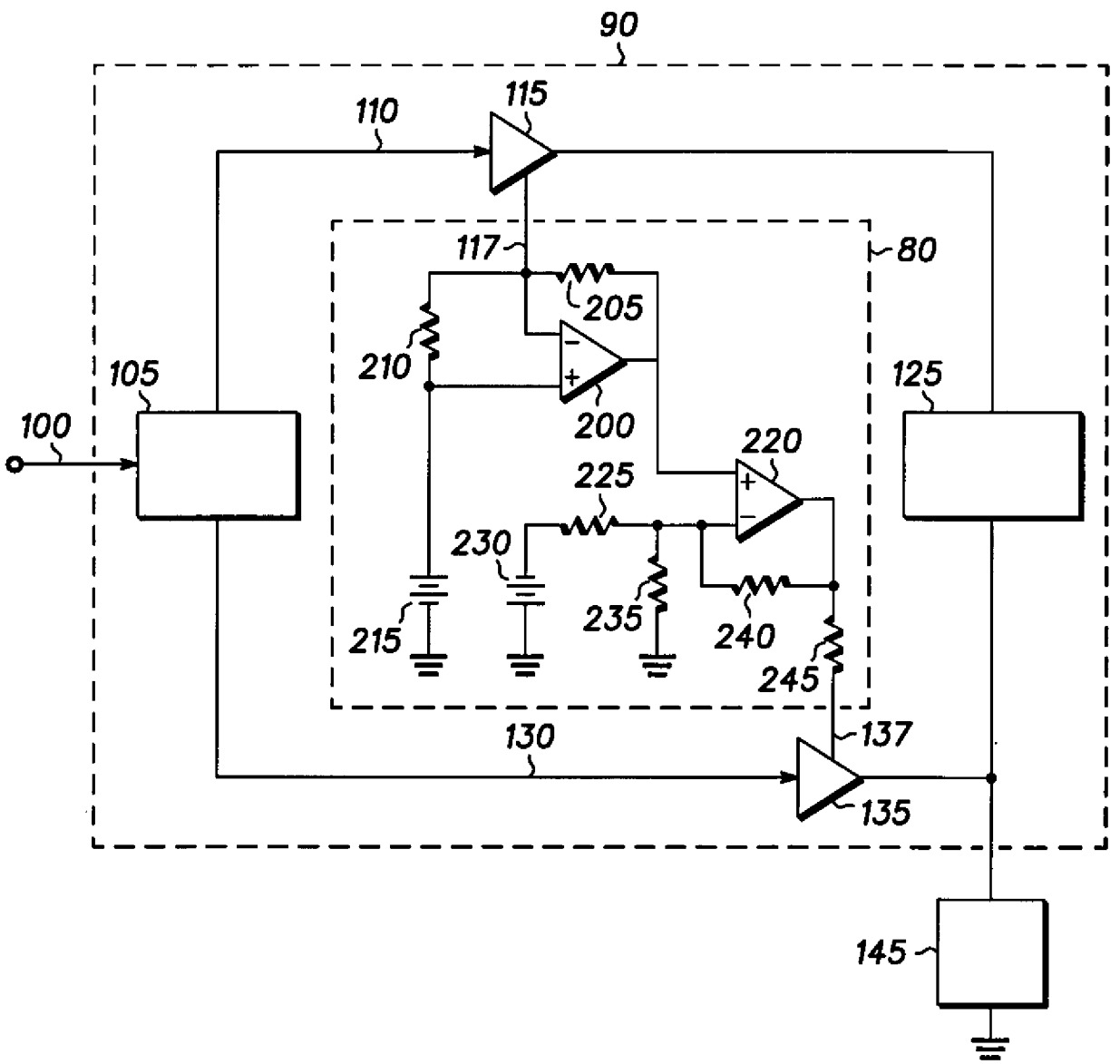
15. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui detto amplificatore di portante e detto amplificatore di picco sono costituiti da transistori ad effetto di campo ad eterogiunzione.

16. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui detto amplificatore di portante e detto amplificatore di picco sono transistori bipolari.

17. Procedimento secondo la rivendicazione 11, in cui detto amplificatore di portante e detto amplificatore di picco comprendono dispositivi a semiconduttore ad arseniuro di gallio.

ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

RM 96 A 000704



p.p.: MOTOROLA, INC.
ING. BARZANO' & ZANARDO ROMA S.p.A.

UN MANDATARIO
per se e per gli altri
Antonio Taliercio
(N° d'iscr. 171)

UFFICIO PROV. IND. COMM. E ART. ROMA
MINISTERO INDUSTRIA COMMERCIO E ARTIGIANATO