

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5489172号
(P5489172)

(45) 発行日 平成26年5月14日(2014.5.14)

(24) 登録日 平成26年3月7日(2014.3.7)

(51) Int.Cl.

F I

H04B 1/04 (2006.01)

H04B 1/04

E

請求項の数 9 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2010-522998 (P2010-522998)	(73) 特許権者	504199127
(86) (22) 出願日	平成20年7月17日(2008.7.17)		フリースケール セミコンダクター イン
(65) 公表番号	特表2010-538540 (P2010-538540A)		コーポレイテッド
(43) 公表日	平成22年12月9日(2010.12.9)		アメリカ合衆国 テキサス州 78735
(86) 国際出願番号	PCT/US2008/070327		オースティン ウィリアム キャノン
(87) 国際公開番号	W02009/032408		ドライブ ウェスト 6501
(87) 国際公開日	平成21年3月12日(2009.3.12)	(74) 代理人	100142907
審査請求日	平成23年7月8日(2011.7.8)		弁理士 本田 淳
(31) 優先権主張番号	11/849,124	(72) 発明者	ゴンザレス、デイビッド エム.
(32) 優先日	平成19年8月31日(2007.8.31)		アメリカ合衆国 85210 アリゾナ州
(33) 優先権主張国	米国 (US)		メサ エス. ピバリー サークル 27
前置審査			31
		審査官	石井 則之
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 適切な条件の下で信号電力を低減する制御ユニットを有するRF回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

供給電圧によって駆動されるRF回路であって、
RF入力信号を受信し、RF出力信号を生成するように動作可能な電力増幅器と、
前記RF出力信号の電力を示す電流を有する検出器信号を生成するように動作可能な検出器と、

供給電圧が規定の閾値を下回る低供給電圧状態を示す電流を有するオフセット信号を生成するように動作可能なオフセット・ユニットと
を備え、

前記RF出力信号の電力は、少なくとも部分的には、制御信号電流を示す制御信号によって制御され、前記制御信号電流は、前記検出器信号の電流と前記オフセット信号の電流との和に等しく、前記オフセット信号の電流は、前記供給電圧が前記規定の閾値に等しいかまたは前記規定の閾値を超える場合、ゼロまで降下する、RF回路。

【請求項 2】

前記RF回路は、前記低供給電圧状態を示すオフセット信号に応答してRF出力信号の電力を減少させるように制御信号を調整する、請求項1に記載のRF回路。

【請求項 3】

前記オフセット信号の大きさは前記規定の閾値と前記供給電圧との間の差の大きさを示す、請求項2に記載のRF回路。

【請求項 4】

10

20

前記 R F 入力信号を生成するように動作可能であり、前記制御信号を受信するように構成される送信機をさらに備え、前記送信機は、前記低供給電圧状態を反映する前記制御信号に応答して前記 R F 入力信号の電力を減少させるように構成される、請求項 1 に記載の R F 回路。

【請求項 5】

前記検出器信号は前記 R F 出力信号の電力とともに変化し、前記オフセット信号は公称電圧と前記供給電圧との間の差の大きさとともに変化する、請求項 1 に記載の R F 回路。

【請求項 6】

前記検出器信号の電流は、前記 R F 出力信号の電力とともに対数的に変化し、前記オフセット信号の電流は、前記公称電圧と前記供給電圧との間の差の大きさとともに線形的に変化する、請求項 5 に記載の R F 回路。

10

【請求項 7】

前記供給電圧は電池電圧によって決定され、前記オフセット信号は実際の電池電圧と公称上の電池電圧との間の差とともに変化する、請求項 5 に記載の R F 回路。

【請求項 8】

前記オフセット・ユニットは、前記低供給電圧状態の検出に応答して前記制御信号電流を増加させるように動作可能である、請求項 5 に記載の R F 回路。

【請求項 9】

前記オフセット・ユニットは、前記制御信号電流を増加させて、移動体用グローバル・システム通信 (G S M) G S M 進化型高速データレート (E D G E) 規格の隣接チャネル電力比 (A C P R) および誤差ベクトル振幅 (E V M) 要件との適合を確実にするのに十分な程度に前記 R F 出力信号を低減するように動作可能である、請求項 5 に記載の R F 回路。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

開示する主題は、無線周波数 (R F) 回路の分野におけるものであり、より詳細には、線形の電力増幅器性能を必要とする応用で用いる電池式 R F 回路の分野におけるものである。

【背景技術】

30

【0002】

R F 回路は、無線または移動体通信を含む数多くの応用において普及しており、この場合、1 つまたは複数の充電電池が R F 回路用の電源を供給することが多い。R F 回路は、電力増幅器に入力として送られる R F 信号を生成する送信機部を備えることが良く知られている。電力増幅器は、受信した信号を増幅および変調の少なくとも一方を行って R F 出力信号を生成する。R F 出力信号は、電磁波に変換され、アンテナを介して空間中に伝搬される。一般的に、電池式 R F デバイスは電圧レギュレータまたは電源回路を備えている。これは、電池が生成した電圧をその入力として受信して、R F 回路用の 1 つまたは複数の供給電圧および / または基準電圧を生成するものである。

【0003】

40

任意の R F 送信機に対して、その重要な構成要素は電力増幅器である。電力増幅器は R F 出力信号を生成し、R F 出力信号はアンテナによって空間中に伝搬される。線形の電力増幅器性能は、特定のタイプの変調方式に関連して重要である。それは、たとえば、高いデータ転送レートをもたらすようにデザインされた変調方式であり、たとえば、一般的な例として、移動体用グローバル・システム通信 (G S M) G S M 進化型高速データレート (E D G E) 変調 (本明細書において G S M - E D G E または単純に E D G E という) である。

【0004】

電力増幅器が生成した R F 出力信号の振幅が、電力増幅器の供給電圧に近づくと、出力信号が圧縮し出す場合がある。信号圧縮が起こると、信号のスペクトル純度が低下し始め

50

、同時に電力増幅器の線形動作が低下する場合がある。わずかに非線形の電力増幅器であっても、ある規定された要件を特性が満足していない信号を生成する場合がある。E D G E 変調を実施する際に低電池状態の間に不適合になる危険性が最もあるパラメータは、隣接チャネル電力比 (A C P R) と誤差ベクトル振幅 (E V M) とである。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 5 】

【図 1】制御ユニットを備える R F システムの実施形態の選択された要素のブロック図である。

【図 2】図 1 の制御ユニットの実施形態の選択された要素の回路図である。

【発明を実施するための形態】

10

【 0 0 0 6 】

本発明は、一例として例示しており、添付図によって限定されるものではない。添付図において、同様の参照符号は同様の要素を示している。図中の要素は、簡単および明瞭を目的として例示されており、必ずしも一定の比率では描かれていない。

【 0 0 0 7 】

一態様においては、開示した R F 回路は、供給電圧によって駆動されるように動作可能である。供給電圧は、電池電圧を出力する電池によって与えても良い。いくつかの実施においては、電池電圧が R F 回路に印加されるため、供給電圧は電池電圧に等しい。R F 回路は、供給電圧によって駆動される電力増幅器を備える。電力増幅器は R F 入力信号を受信して R F 出力信号を生成する。R F 回路はさらに、検出器出力信号を生成する検出器を備える。検出器出力信号は R F 出力信号電力を示す。オフセット・ユニットは、低電池電圧状態が生じたときに、検出器出力信号を調整する。低電池電圧状態は、供給電圧が規定の閾値を下回ったときに生じる。このようにして、R F 出力信号電力は、少なくとも部分的には、調整された検出器信号によって制御される。また、調整された検出器出力信号は、R F 出力信号電力および電池電圧の影響を受けるため、R F 出力信号電力を、少なくとも部分的には電流信号電力および電池電圧に基づいて調整する。

20

【 0 0 0 8 】

開示した R F 回路は、R F 入力信号を生成するように動作可能な送信機を備えていても良い。送信機は、受信機としても動作可能な送受信装置として実施しても良い。いくつかの実施形態においては、調整された制御信号は、送信機に送られて送信機によって受信される。これらの実施形態においては、送信機は送信機出力信号の出力レベルを調整しても良い。送信機出力信号は、調整された制御信号の値に基づいて、R F 入力信号として電力増幅器に送られる。

30

【 0 0 0 9 】

開示した R F 回路は、R F 出力信号を受信するカプラを備えていても良い。いくつかの実施形態においては、カプラは、第 1 の結合信号 (アンテナに送られる) と第 2 の結合信号 (検出器の入力に送られる) とを生成する。検出器は、I / V コンバータであって、R F 出力信号電力を示す制御電流と、いくつかの実施形態においては、対数の R F 出力信号電力 (d B m で表現される) に比例する制御電流とを生成する I / V コンバータであっても良い。

40

【 0 0 1 0 】

制御ユニットは、少なくとも部分的には電池電圧と電池電圧の公称値との間の差に基づいて制御電流を補足するように動作可能である。供給電圧は、電池電圧から生成され、および / または電池電圧によって決定される。制御回路は、実際の電池電圧と公称上の電池電圧との間の差に基づいて制御電流を補足するように動作可能である。オフセット・ユニットは、制御信号を調整して、低供給電圧状態にもかかわらず電力増幅器の線形動作を確実にするように R F 出力信号電力を十分に低減させるように動作可能であっても良い。いくつかの実施形態においては、たとえば、オフセット・ユニットは、調整された検出器出力信号を調整して、E D G E の下で規定されるような A C P R および E V M 要件との適合を確実にするように R F 出力信号電力を十分に低減させるように動作可能である。

50

【 0 0 1 1 】

開示した R F 回路はこうして、電池電圧をモニタして、低電池電圧状態の間に R F 出力信号の電力を低減する。低電池電圧状態は、電池電圧降下が規定値を下回ったときに起こる。いくつかの実施形態においては、R F 出力信号の電力を、d B m において、電池電圧が公称を下回る量に比例する量だけ減少させる。

【 0 0 1 2 】

いくつかの実施形態においては、経験的なデータが示すところによれば、R F 出力信号電力は、電池電圧が 3 . 5 V から 3 . 0 V に降下したときに、1 . 5 d B の減衰のみを必要とする。電力増幅器の線形性能を向上させる代わりに R F 出力信号電力を減少させることが、特定の環境では許容可能である場合がある。基準電圧変動および回路許容範囲を考慮すると、電池電圧が 3 . 5 から 3 . 0 V に降下したときに 2 d b の電力減衰を実現することが望ましい場合がある。

10

【 0 0 1 3 】

別の態様においては、R F 応用での使用に適した開示した送受信装置または送信機システムが電力増幅器を備え、電力増幅器は R F 入力信号を受信して、R F 出力信号電力を有する R F 出力信号を生成する。電池から電力増幅器に供給電圧が送られる。送信機から電力増幅器に R F 入力信号が送られる。システムは、電池電圧が公称電圧を下まわったことを検出したときに、R F 出力信号電力を低減する。

【 0 0 1 4 】

システムは、電池電圧と公称電圧との差を決定しても良い。R F 出力信号電力の低減 (d B m における) は、差の線形関数であっても良いし非線形関数であっても良い。公称電圧がほぼ 3 . 5 V である実施形態においては、R F 出力信号電力の低減は、ほぼ 3 d b / V ~ ほぼ 4 d b / V の範囲であっても良い。

20

【 0 0 1 5 】

開示したシステムは、R F 出力信号電力を示す入力信号を受信する制御ユニットを備えていても良い。本システムは、R F 出力信号電力と電池電圧とに基づいて制御信号を生成しても良い。本システムは、送信機に制御信号を供給することによって R F 出力信号電力を低減するように動作可能であっても良い。送信機は、カット・バック回路が検出器出力信号を補足するときに、R F 入力信号の出力レベルを低減するように動作可能である。制御ユニットは、R F 出力信号電力に基づいて検出器信号を生成する検出器と、電池電圧が公称電圧を下まわったときに検出器信号を補足するオフセット・ユニットとを備える。

30

【 0 0 1 6 】

検出器は、R F 出力信号電力を示す検出器電流を生成しても良い。オフセット回路は、電池電圧と公称電圧との差に比例するオフセット電流を吸い込む (s i n k) 。オフセット電流は検出器電流を補足する。補足の検出電流は、検出器の演算増幅器のフィードバック抵抗器を流れて、制御信号を生成する。

【 0 0 1 7 】

さらに別の態様においては、開示した R F 回路は、電池電圧に等しいか、そうでない場合には電池電圧に由来する供給電圧を受信する電力増幅器を備える。R F 回路はさらに、R F 出力信号を生成するように動作可能である。制御ユニットは、電池電圧と R F 出力信号電力とを決定する。制御ユニットは、電池電圧と R F 出力信号電力との組み合わせが非線形の電力増幅器動作を示すとき、たとえば電池電圧が公称値または規定の閾値未満に降下して R F 出力電力の電力が高いときに、R F 出力信号電力を低減しても良い。R F 回路はさらに、電力増幅器に R F 入力信号を供給する送受信装置を備える。制御信号を送受信装置に送っても良い。この場合、R F 出力信号電力を低減させることは、R F 入力信号の電力を調整することによって実現しても良い。

40

【 0 0 1 8 】

次に図 1 を参照して、R F システム 1 0 0 の実施形態の選択された要素を図示して、システム 1 0 0 がシステム 1 0 0 の線形動作を危うくする動作状態にあるときに、制御ユニット 1 2 1 を用いて R F 出力信号 1 0 6 の電力を低減するかそうでない場合には調節する

50

ことを強調する。たとえば、供給電圧が規定の閾値未満に降下したときにRF出力信号電力を低減して、RF出力信号振幅が供給電圧に近づくかまたはそれを超えると起こる場合がある非線形動作を回避する。供給電圧が電池によって与えられるかまたは電池に由来する場合には、電力の低減は、電池電圧が規定の閾値（たとえば、電池電圧の公称値）未満に降下したときに行なっても良い。電池電圧が公称値未満に降下したときにRF出力信号106の電力を低減することによって、RF出力信号電力が比較的わずかに減少することと引き換えに、開示したRF回路によって線形動作を保持する。

【0019】

電力トレードオフは、高いデータ転送レートを可能にするEDGEおよび他のデジタル無線技術において特に望ましい。EDGE変調は、たとえば、8相位相偏移キーイング(8PSK)を、その9つの変調符号化方式の上部の5つに対して用いる。信頼できるEDGE動作を得るには、スペクトル的に純粋なRF出力信号が必要である。RF出力信号振幅が供給電圧に近づく、信号圧縮が生じることで、スペクトル純度(spectral purity)が低下し、少なくとも2つの線形性規格(すなわち、ACPRおよびEVM)との適合が危うくなる。

【0020】

図1に示すRFシステム100の要素は、送信機140からRF入力信号104を受信してRF出力信号106を生成する電力増幅器102を備える。送信機として標示しているが、送信機140は、統合された送信機/受信機(すなわち送受信装置)として実施しても良い。RFシステム100は、図示したように、さらに電池電圧(V_{BAT})を生成する電池150を備える。図示した実施形態においては、電池150は電力増幅器102の電力端子に直接接続されているため、電力増幅器102に対する供給電圧は V_{BAT} である。

【0021】

図1に示すRF出力信号106は、カプラ108に送出される。カプラ108は、RF出力信号106の第1の部分109をアンテナ110に結合して送信を図る。またカプラ108は、RF出力信号106の第2の部分(本明細書においてRFサンプル信号112と言う)を、制御ユニット121の検出器ユニット120に結合する。

【0022】

制御ユニット121は、RFシステム100がRF出力信号106の電力を調節するために用いる制御信号135を生成する。図示した実施形態においては、RF出力信号電力の制御は、前置増幅(pre-amplification)において、送信機140が生成するRF入力信号104の電力を制御することによって実現される。この実施形態においては、制御信号135が送信機140に送出される。送信機140は、RF入力信号104の電力を、少なくとも部分的には制御信号135の大きさまたは他の特性に基づいて制御する。

【0023】

図1に図示する実施形態においては、制御ユニット121の検出器ユニット120は、RF出力信号106の電力に基づいて検出器電流(I_{DET})123を生成する対数検出器119を備える。また制御ユニット121は、電池電圧 V_{BAT} に基づいてオフセット電流(I_{OS})131を生成するオフセット・ユニット130を備える。これら2つの電流を一緒に加えて、制御電流 I_{CON} 124を得る。 I_{CON} 124は、電流-電圧ブロック125によって制御信号135(電圧)に変換される。

【0024】

V_{BAT} がその公称値以上である場合、 I_{OS} 131はゼロである。 I_{OS} 131がゼロであると、制御信号135は、単に I_{DET} 123によって決まる。すなわち、 $I_{CON} = I_{DET}$ である。RFシステム100は、 I_{DET} 123を I_{OS} 131の非ゼロ値を用いて補足して I_{CON} 124の大きさを増加させることによって、特定の動作状態において線形動作を維持する。 I_{CON} 124の大きさが大きくなると、制御信号135の値が増加することになる。送信機140は、大きさ制御信号135の増加を、RF出力信

10

20

30

40

50

号 106 の電力の増加を表わしているものと解釈する。送信機 140 は、RF 入力信号 104 の電力を減衰させることによって応答する。 V_{BAT} が公称値未満または別の規定の閾値未満に降下したときに制御信号 135 の大きさを増加させることで、制御ユニット 121 は、低下した電池電圧状態の間に RF 出力信号 106 の電力を低減することによって線形動作を維持することができる。

【0025】

図 1 に示すオフセット・ユニット 130 は、電池電圧 V_{BAT} と安定化電圧 V_{REG} とをその入力として受信する。 V_{REG} を、 V_{BAT} から、従来のスイッチ・モードまたはリニア・レギュレータ 115 によって生成しても良い。その名前によって示唆されるように、 V_{REG} は、基準信号を与える比較的安定な電圧である。いくつかの実施形態においては、 V_{REG} 変動と V_{BAT} 変動との比は 10% 以下である。オフセット部 130 は、オフセット電流 I_{OS131} を、 V_{BAT} および V_{REG} 値に基づいて生成する。 V_{REG} は比較的不变であるという想定の下で、 I_{OS131} は主として電池電圧 V_{BAT} の関数である。具体的には、図 2 に関してより詳しく説明するように、 I_{OS131} の大きさは、 V_{BAT} が規定の閾値未満に降下したときに増加する。オフセット・ユニット 130 は、 I_{OS131} の大きさを制御して、低電池電圧動作の間に RF 信号電力を低減する。いくつかの実施形態においては、ACPR および EVM を含む線形性パラメータが低電池電圧動作の間も適用規格と適合し続けるように、 I_{OS131} による RF 出力信号 106 の電力の低減は、低電池電圧動作の間に電力増幅器 102 の線形性と RF 出力信号 106 のスペクトル純度とを維持するのに十分なものである。

【0026】

次に、図 2 を参照して、制御ユニット 121 の実施形態の選択された構成要素を例示する。制御ユニット 121 の図示した実施形態においては、検出器ユニット 120 は、サンプル信号 112 の電力に基づいて検出器電流 (I_{DET}) を生成する検出器 119 を備える。検出器 119 は、 I_{DET} がサンプル信号 112 の電力に対数的に関係づけられる実施形態では対数検出器 119 と言う。サンプル信号 112 の電力は RF 出力信号 106 の電力を反映しているため、 I_{DET123} の大きさは出力信号 106 の電力を示している。

【0027】

図 2 に示す検出器ユニット 120 を実施する際、 I/V コンバータ 125 は、演算増幅器 (オペ・アンプ) 206 とフィードバック抵抗器 R_f204 とを備える。フィードバック抵抗器 R_f204 は、オペ・アンプ 206 の出力とオペ・アンプ 206 の反転入力との間に接続されている。オペ・アンプ 206 の非反転入力は、接続部を通してアナログ接地 (V_{AG}) に接続されている。理想的またはほとんど理想的なオペ・アンプ 206 を想定した場合、回路設計の分野における当業者であれば理解するように、抵抗器 R_f204 を通る電流は制御電流 I_{CON} であり、制御信号 135 の電圧は $I_{CON} * R_f$ に等しい。

【0028】

キルヒホッフの電流の法則をノード 201 に適用して、理想的なオペ・アンプ 206 を想定すると、 $I_{CON} = I_{DET} + I_{OS}$ である。オフセット・ユニット 130 がない場合は I_{OS} は 0 に等しく、フィードバック抵抗器 R_f204 両端の電圧、したがって制御信号 135 の電圧は、単に I_{DET123} によって決まる。言い換えれば、制御信号 135 は、オフセット・ユニット 130 がない場合には、単に RF 出力信号電力によって決まる。オフセット・ユニット 130 は、図示するように、少なくとも部分的には電池 150 の電圧 (V_{BAT}) に基づいて I_{CON124} を補足する。図示した実施形態においては、オフセット・ユニット 130 が生成したオフセット電流 I_{OS131} は、ノード 201 内に流れ、フィードバック抵抗器 R_f204 を通って流れる。したがって I_{OS131} は、オームの法則に従って制御信号 135 の電圧を増加させる。

【0029】

オフセット・ユニット 130 の図示した実施形態においては、オフセット電流 I_{OS131} の値は、電池電圧 V_{BAT} と安定化電圧 V_{REG} との差を示す。安定化電圧として、

V_{REG} は広範囲の V_{BAT} 値に渡って比較的安定である。代表的な実施形態においては、たとえば、 V_{REG} の変動はほぼ 3 % 以下であっても良い。 V_{BAT} は、もっと大きく変化する場合があるが、 V_{BAT} のできるだけ広い範囲に渡って動作を維持することが望ましい。低電池電圧動作の間に検出器出力信号（すなわち、 I_{DET123} ）を補足することによって、オフセット・ユニット 130 は、 V_{BAT} が公称値をはるかに下回ったときでも、RF システム 100 の線形動作を助ける。

【0030】

図示した実施形態のオフセット・ユニット 130 は、PMOS トランジスタ 231 ~ 234、NMOS トランジスタ 241 ~ 244、npn バイポーラ・トランジスタ 251 および 252、定電流源 261 および 262、分圧器 271 および 272、ならびに R_{BIAS} の抵抗を有するバイアス抵抗器 281 を備えており、すべて図示したように接続されている。

【0031】

分圧器 271（比率が $K1$ ）は、トランジスタ 251 のベース端子において電圧 $K1 * V_{REG}$ を生成する。分圧器 272（比率が $K2$ ）は、npn トランジスタ 252 のベース端子において電圧 $K2 * V_{BAT}$ を生成する。トランジスタ 251 および 252 に対するベース・エミッタ電圧は通常動作の間はほぼ等しいと想定して、トランジスタ 251 および 252 のベース端子間の電圧の差がバイアス抵抗器 281 の両端に効果的に印加される。その結果、バイアス抵抗器 R_{BIAS} 281 を通る電流（ I_{BIAS} ）は、以下のようになる。

【0032】

$$I_{BIAS} = [(K1 * V_{REG}) - (K2 * V_{BAT})] / R_{BIAS}$$

T_{XYZ} は図 2 におけるトランジスタ XYZ を指し、 I_{XYZ} は、トランジスタ 251 および 252 に対してはコレクタ電流を指し、MOS トランジスタ 231 ~ 234 および 241 ~ 244 に対してはソース/ドレイン電流を指す以下の説明においては、オフセット電流 $I_{OS} = 2 * I_{BIAS}$ であると示すこともできる。

【0033】

T_{252} は T_{232} と直列であるため、 T_{252} のコレクタ電流 I_{252} はソース/ドレイン電流 I_{232} に等しい。 T_{231} および T_{232} は電流ミラーとして構成され、 I_{232} は T_{231} においてミラーリングされている。そのため、トランジスタ T_{232} および T_{231} が両方とも飽和状態であると想定すると、 I_{231} は I_{232} に等しい。 T_{241} は T_{231} と直列であるため、 I_{241} は I_{231} に等しい。 T_{241} および T_{242} は電流ミラーとして構成されているため、 I_{241} は T_{242} において I_{242} とミラーリングされている。こうして、 I_{242} は I_{252} （ T_{252} のコレクタ電流）に等しい。

【0034】

同様に、 T_{251} は T_{233} と直列であるため、 T_{251} のコレクタ電流 I_{251} は I_{233} （ T_{233} のソース/ドレイン電流）に等しい。 I_{233} は T_{234} においてミラーリングされているため、 T_{233} および T_{234} は両方とも飽和状態であると想定すると、 I_{234} は I_{233} に等しい。 T_{234} は、 T_{242} および T_{243} の並列な組み合わせと直列であるため、 I_{234} は I_{242} と I_{243} との和に等しい。こうして、 I_{234} は I_{242} と I_{243} との和に等しい。

【0035】

しかし T_{241} および T_{242} は電流ミラーとして構成されているため、 I_{242} は I_{241} に等しい。したがって、 I_{234} は T_{252} のコレクタ電流を表わし、 I_{242} は T_{251} のコレクタ電流を表わし、 I_{243} は 2 つのコレクタ電流間の差を表わす。 T_{243} および T_{244} は電流ミラーとして構成されているため、 I_{OS} （ T_{244} のソース/ドレイン電流）は I_{243} のミラーである。こうして I_{OS} は、大きさが、 T_{252} および T_{253} のコレクタ電流における差に等しい。

【0036】

10

20

30

40

50

ベータが十分に大きな値であると想定すると、 T_{251} および T_{252} のエミッタ電流は、それらの対応するコレクタ電流にほぼ等しい。さらに電流源 261 および 262 はほぼ等しいと想定して、 T_{251} および T_{252} のエミッタ電流間の差が、バイアス電流 I_{BIAS} の 2 倍であるということを自明に示すことができる。したがって、オフセット電流 I_{OS} は実質的にバイアス電流 I_{BIAS} の 2 倍に等しく、したがって次のようになる。

【0037】

$$I_{OS} = [(K1 * V_{REG}) - (K2 * V_{BAT})] / (R_{BIAS} / 2)$$

いくつかの実施形態においては、 V_{BAT} がその公称電圧に等しいときに、 $K1$ および $K2$ は、 $K1 * V_{REG} = K2 * V_{BAT}$ となるように実現される。これらの実施形態においては、オフセット・ユニット 130 は、 V_{BAT} がその公称値を下まわるときに I_{OS} を吸い込み、 I_{OS} の大きさは V_{BAT} とその公称値との差に比例する。 I_{OS} によって I_{CON} が増加し、 I_{CON} は、フィードバック抵抗器 R_{f204} を通って流れて、出力信号 135 の電圧 ($I_{OS} * R_f$) を増加させる。 V_{BAT} が公称値に等しいかまたはそれを超えるとき、 I_{OS} はゼロまで降下する。なぜならば、負のドレイン電流は NMOS トランジスタ 244 を通って流れることはできないからである。 I_{OS} がゼロであるとき、制御信号 135 の電圧は単に I_{DET123} によって決まる。このようにして、オフセット・ユニット 130 は、電池電圧が低いときに、制御信号 135 の電圧を増加させて RF 信号電力を低減する。 V_{BAT} が公称値であると、制御ユニットによって I_{OS} の非ゼロ値は禁止され、検出器回路は制御信号 135 を生成する役割を果たすだけである。制御信号 135 の値が高くなると、生成される RF 信号電力が低くなるため、RF 信号電力は、 V_{BAT} が低いときに、 V_{BAT} に基づいて減衰する。

【0038】

オフセット部 130 は、図示するように、無効にするメカニズムを例示していない。場合によっては、オフセット・ユニット 130 を無効にして、 V_{BAT} が低い場合でもわずかなオフセット電流も吸い込まないようにすることが望ましい場合がある。たとえば、RF 出力信号電力が RF 信号の線形性を危うくするほど十分には高くなかった場合、オフセット・ユニット 130 を無効にして、RF 信号電力の低減を、そうすることが必要ではない場合に、阻むことが望ましい場合がある。場合によっては、この目的は、図 2 では見ることができないソフトウェア制御を介して実現しても良い。他の場合には、RF システム 100 は、図 2 に図示しないハードウェアとして、電力増幅器の低電力動作の間にオフセット部 130 が電流を流すことを阻むハードウェアを備えていても良い。たとえば、図 2 に示す制御ユニット 121 は、コンパレータおよびパス・トランジスタを備えていても良い。コンパレータは、出力信号 135 を閾値と比較して、オフセット電流 I_{OS} のゲーティングを制御する出力を生成するように構成される。この実施形態においては、オフセット部 130 を、RF 信号電力が低いときに、実効的に無効にしても良い。

【0039】

本発明を特定の実施形態を参照して本明細書で説明しているが、種々の変更および変形を、以下の請求項で述べる本発明の範囲から逸脱することなく行なうことができる。たとえば、RF 回路は送受信装置を有していると説明しているが、その代わりに送信機および受信機を用いても良い。したがって、明細書および図は限定的な意味ではなく例示的な意味で考慮すべきであり、このような変更はすべて、本発明の範囲に含まれることが意図されている。特定の実施形態に関して本明細書に記載されるどの利益、優位性、または問題に対する解決方法も、一部または全部の請求項の重大な、必須の、または本質的な特徴または要素として解釈すべきであることは意図していない。

【0040】

他に記載がない限り、「第 1 の」および「第 2 の」などの用語は、このような用語が記述する要素を任意に区別するために用いられている。したがって、これらの用語は必ずしも、このような要素の時間または他の優先順位を示すことを意図しているわけではない。

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-141814(JP,A)
特開平6-260958(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B 1/04