

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 010 262

②1 N° d'enregistrement national : 14 57788

⑤1 Int Cl⁸ : H 03 G 1/00 (2013.01), H 03 H 1/02

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.08.14.

③0 Priorité : 27.08.13 US 14011315.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 06.03.15 Bulletin 15/10.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : TRIQUINT SEMICONDUCTOR, INC.
— US.

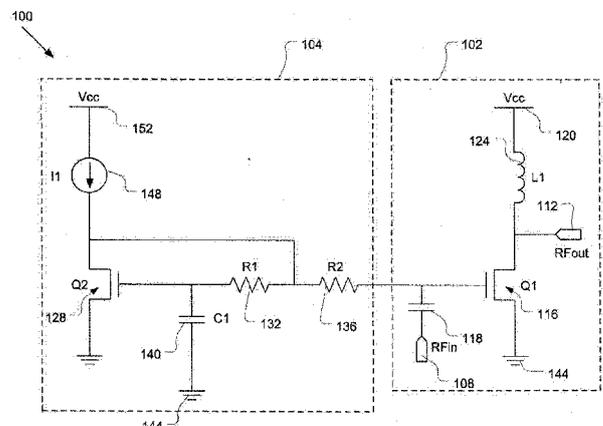
⑦2 Inventeur(s) : LUO SIFEN, BURGER KERRY et
NOHRA GEORGE.

⑦3 Titulaire(s) : TRIQUINT SEMICONDUCTOR, INC..

⑦4 Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤4 CIRCUIT DE POLARISATION A AMPLIFICATION DE POLARISATION, POUR AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE RADIOFREQUENCE.

⑤7 Circuit de polarisation (104) pour un amplificateur de puissance de radiofréquence (102) destiné à fournir une tension de polarisation de courant continu (CC), avec une amplification de polarisation, à l'amplificateur (102), comprenant: un transistor de polarisation (128) pour bloquer des signaux RF provenant de la borne de grille du transistor de polarisation; et une deuxième résistance (136) couplée entre la borne de drain du transistor de polarisation et l'amplificateur. Une quantité d'amplification de polarisation de la tension de polarisation CC fournie par le circuit de polarisation (104) peut être basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance (136).



FR 3 010 262 - A1



CIRCUIT DE POLARISATION A AMPLIFICATION DE POLARISATION,
POUR AMPLIFICATEUR DE PUISSANCE RADIOFREQUENCE

Des modes de réalisation de la présente divulgation concernant, de manière générale, le domaine des circuits et, plus particulièrement, des circuits de polarisation à amplification de polarisation pour des amplificateurs de puissance de radiofréquence.

5 Dans de nombreux systèmes de communication sans fil, le rapport de la puissance de crête sur la puissance moyenne (PAR) de signaux transmis est élevé. Par exemple, dans des réseaux locaux sans fil (WLAN) employant une modulation à multiplexage par répartition de fréquence orthogonale (OFDM), le PAR des signaux communiqués peut atteindre 13,5 décibels. Pour gérer des signaux à PAR élevé, des
10 amplificateurs de puissance de radiofréquence (RF) comprennent généralement de grands transistors. L'amplificateur de puissance RF comprend généralement un circuit de polarisation pour polariser les transistors de l'amplificateur. Néanmoins, le circuit de polarisation peut provoquer une compression de gain à des niveaux élevés de puissance de signal.

15 Un objet de la présente invention est un circuit de polarisation comprenant :

- un transistor de polarisation comportant une borne de grille, une borne de drain, et une borne de source, le transistor de polarisation étant destiné à constituer un miroir de courant avec un transistor d'amplificateur d'un amplificateur de puissance de radiofréquence (RF) couplé à un nœud du circuit de polarisation ;
- 20 - une première résistance couplée entre la borne de grille et la borne de drain du transistor de polarisation pour bloquer des signaux RF provenant de la borne de grille du transistor de polarisation ; et
- une deuxième résistance couplée entre la borne de drain du transistor de polarisation et le nœud, dans lequel une quantité d'amplification de polarisation
25 d'une tension de polarisation de courant continu (CC) fournie par le circuit de polarisation à l'amplificateur de puissance RF couplé au nœud est basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance.

Dans divers modes de réalisation du procédé, une ou plusieurs des caractéristiques suivantes peuvent être facultativement incorporées :

- un condensateur couplé entre la borne de grille du transistor de polarisation et un potentiel de masse pour fournir un chemin de décharge pour des signaux RF ;
 - une source de courant couplée à la borne de drain du transistor de polarisation ;
- 5 - la valeur d'impédance de la deuxième résistance est inférieure ou égale à un centième d'une valeur d'impédance de la source de courant ;
- l'amplificateur de puissance RF est un amplificateur à semi-conducteurs d'oxydes métalliques complémentaires (CMOS) ;
 - le transistor de polarisation est configuré pour augmenter la tension de
- 10 polarisation CC en fonction de l'augmentation d'une puissance RF d'un signal d'entrée RF amplifié par l'amplificateur RF ;
- un transistor relié à une diode couplé à la borne de drain du transistor de polarisation pour fournir une amplification de polarisation supplémentaire ;
 - un miroir de courant de Wilson comprenant le transistor de polarisation.
- 15 Un autre objet de l'invention est un système comprenant :
- un amplificateur de puissance de radiofréquence (RF) configuré pour amplifier un signal d'entrée RF, l'amplificateur de puissance RF comportant un transistor d'amplificateur avec une borne de grille configurée pour recevoir le signal d'entrée RF ;
- 20 - un circuit de polarisation couplé à la borne de grille du transistor d'amplificateur, le circuit de polarisation étant configuré pour fournir une tension de polarisation de courant continu (CC) à la borne de grille du transistor d'amplificateur, dans lequel le circuit de polarisation comprend :
- un transistor de polarisation comportant une borne de grille, une borne de
- 25 drain et une borne de source, la borne de grille du transistor de polarisation étant couplée à la borne de grille du transistor d'amplificateur pour constituer un miroir de courant ;
- une première résistance couplée entre la borne de grille et la borne de drain du transistor de polarisation pour bloquer des signaux RF provenant de la borne de
- 30 grille du transistor de polarisation ;
- un condensateur couplé entre la borne de grille du transistor de polarisation et un potentiel de masse pour fournir un chemin de décharge pour des signaux RF ; et

- une deuxième résistance couplée entre la borne de drain du transistor de polarisation et la borne de grille du transistor d'amplificateur ;

dans lequel le circuit de polarisation est configuré pour augmenter la tension de polarisation CC en fonction de l'augmentation d'une puissance RF d'un signal d'entrée RF amplifié par l'amplificateur RF,

dans lequel une quantité de l'augmentation de la tension de polarisation CC est basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance.

Dans des modes de réalisation préférés du système proposé par l'invention, une ou plusieurs des caractéristiques suivantes peuvent être facultativement incorporées :

- le circuit de polarisation comprend en outre une source de courant couplée à la borne de drain du transistor de polarisation ;

- la valeur d'impédance de la deuxième résistance est inférieure ou égale à un centième d'une valeur d'impédance de la source de courant ;

- l'amplificateur de puissance RF est un amplificateur à semi-conducteurs d'oxydes métalliques complémentaires (CMOS) ;

- le transistor d'amplificateur est un premier transistor d'amplificateur, et dans lequel l'amplificateur de puissance RF est un amplificateur de puissance empilé comprenant en outre un deuxième transistor d'amplificateur comportant une borne de source couplée à une borne de drain du premier transistor d'amplificateur ;

- le circuit de polarisation comprend en outre un transistor relié à une diode couplé au drain du transistor de polarisation pour fournir une amplification de polarisation supplémentaire ;

- le circuit de polarisation comprend en outre un miroir de courant de Wilson qui comprend le transistor de polarisation ;

- le système comprend en outre un émetteur couplé à l'amplificateur de puissance RF pour fournir le signal d'entrée RF à l'amplificateur de puissance RF.

Des modes de réalisation sont illustrés à titre d'exemple, sans aucun caractère limitatif, sur les figures des dessins annexés, dans lesquels les références identiques renvoient à des éléments similaires et dans lesquels :

la figure 1 illustre un schéma de circuit d'un module d'amplificateur de puissance (PA) de radiofréquence (RF) comprenant un PA RF et un circuit de polarisation selon divers modes de réalisation ;

la figure 2 illustre une configuration en variante d'un module PA RF selon divers modes de réalisation ;

la figure 3 illustre une autre configuration en variante d'un module PA RF selon divers modes de réalisation ;

5 la figure 4 est un schéma de principe d'un dispositif de communication sans fil exemplaire selon divers modes de réalisation.

Divers aspects des modes de réalisation illustratifs vont être décrits ci-après en utilisant des termes couramment employés par un homme du métier pour transmettre la substance de ses travaux à un autre homme du métier. Néanmoins, 10 l'homme du métier peut se rendre compte que des modes de réalisation en variante peuvent être mis en pratique avec seulement certains des aspects décrits. Dans le cadre de l'explication, des dispositifs et des configurations spécifiques sont présentés en vue d'apporter une compréhension complète des modes de réalisation illustratifs. Néanmoins, l'homme du métier peut se rendre compte que des modes de réalisation 15 en variante peuvent être mis en pratique sans les détails spécifiques. Dans d'autres cas, des caractéristiques bien connues sont omises ou simplifiées afin de ne pas alourdir les modes de réalisation illustratifs.

En outre, diverses opérations vont être décrites sous la forme de plusieurs opérations discrètes de la manière la plus utile pour faciliter la compréhension de la 20 présente divulgation. Néanmoins, l'ordre de la description ne doit pas être interprété comme impliquant que ces opérations doivent forcément se dérouler dans cet ordre. En particulier, ces opérations ne doivent pas forcément être effectuées dans l'ordre de leur présentation.

L'expression « dans un mode de réalisation » est utilisée plusieurs fois. En 25 général, cette expression ne renvoie pas au même mode de réalisation, même si cela peut néanmoins être le cas. Les termes « comprenant », « ayant » et « comportant » sont synonymes, sauf indication contraire dans le contexte.

Pour clarifier le contexte du langage pouvant être utilisé en relation avec divers modes de réalisation, les expressions « A/B » et « A et/ou B » signifient (A), 30 (B) ou (A et B) ; et l'expression « A, B, et/ou C » signifie (A), (B), (C), (A et B), (A et C), (B et C) ou (A, B, C).

Le terme « couplé à » et ses dérivés peuvent être utilisés dans les présentes. « Couplé à » peut avoir une ou plusieurs des significations suivantes. « Couplé à »

peut signifier que deux éléments ou plus sont en contact physique ou électrique direct. Néanmoins, « couplé » peut également signifier que deux éléments ou plus sont en contact indirect l'un avec l'autre tout en coopérant ou en interagissant l'un avec l'autre, et il peut signifier qu'un ou plusieurs autres éléments sont couplés ou reliés entre les éléments qui sont censés être couplés l'un à l'autre.

Divers modes de réalisation peuvent fournir un circuit d'amplificateur de puissance (PA) de radiofréquence (RF) comprenant un PA RF et un circuit de polarisation. Le circuit de polarisation peut fournir une tension de polarisation de courant continu (CC) au PA RF. Le circuit de polarisation peut comprendre un transistor de polarisation comportant une borne de grille, une borne de drain et une borne de source, et le PA RF peut comprendre un transistor d'amplificateur. Dans divers modes de réalisation, le transistor de polarisation peut constituer un miroir de courant avec le transistor d'amplificateur. Le circuit de polarisation peut en outre comprendre une première résistance couplée entre la borne de grille et la borne de drain du transistor de polarisation pour bloquer des signaux RF provenant de la borne de grille du transistor de polarisation.

Dans divers modes de réalisation, le circuit de polarisation peut fournir une amplification de polarisation pour la tension de polarisation CC. Cela signifie que le circuit de polarisation peut augmenter la tension de polarisation CC en fonction d'une augmentation d'une puissance RF (par exemple une puissance moyenne) d'un signal d'entrée RF amplifié par l'amplificateur RF. Le circuit de polarisation peut en outre comprendre une deuxième résistance couplée entre la borne de drain du transistor de polarisation et le PA RF (par exemple, la borne de grille du transistor d'amplificateur). Une quantité d'amplification de polarisation de la tension de polarisation CC fournie par le circuit de polarisation peut être basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance. Dans certains modes de réalisation, le circuit de polarisation peut en outre comprendre un condensateur couplé entre la borne de grille du transistor de polarisation et un potentiel de masse pour fournir un chemin de décharge pour des signaux RF (par exemple de la borne de grille au potentiel de masse).

La figure 1 illustre un circuit PA RF 100 selon divers modes de réalisation. Le circuit PA RF 100 peut comprendre un PA RF 102 et un circuit de polarisation 104 couplé au PA RF 102. Le PA RF 102 peut recevoir un signal d'entrée RF, RF_{in} , à

une borne d'entrée 108 et produire un signal de sortie RF, RF_{out} , amplifié à une borne de sortie 112. Le PA RF 102 peut être utilisé, par exemple, pour amplifier le RF_{in} en vue d'une transmission sur un réseau de communication sans fil.

Dans divers modes de réalisation, le PA RF 102 peut comprendre un transistor d'amplificateur 116 (par exemple Q1). Dans certains modes de réalisation, le PA RF 102 peut être un amplificateur à semi-conducteurs d'oxydes métalliques complémentaires (CMOS). Par exemple, dans certains modes de réalisation, le transistor d'amplificateur 116 peut être un transistor à effet de champ (FET) de type n. Dans d'autres modes de réalisation, le PA RF 102 peut être un autre type d'amplificateur, et/ou le transistor d'amplificateur 116 peut être un autre type de transistor.

Le transistor d'amplificateur 116 peut comprendre une borne de grille, une borne de source et une borne de drain. La borne de grille du transistor d'amplificateur 116 peut être couplée à la borne d'entrée 108 du PA RF 102 (par exemple par l'intermédiaire d'un condensateur 118) pour recevoir le signal d'entrée RF. La borne de drain du transistor d'amplificateur 116 peut être couplée à la borne de sortie 112 pour fournir le signal de sortie RF. La borne de drain du transistor d'amplificateur 116 peut en outre être couplée à un rail d'alimentation électrique 120 pour fournir une tension d'alimentation CC (V_{cc}). Un inducteur 124 (par exemple L1) peut être couplé entre le rail d'alimentation électrique 120 et la borne de sortie 112 et/ou la borne de drain du transistor d'amplificateur 116 pour bloquer des signaux RF afin qu'ils n'atteignent pas le rail d'alimentation électrique 120. Dans certains modes de réalisation, la borne de source du transistor d'amplificateur 116 peut être couplée à un potentiel de masse 144.

Dans certains modes de réalisation, le PA RF 102 peut comprendre d'autres transistors, en plus du transistor d'amplificateur 116, couplés entre la borne d'entrée 108 et la borne de sortie 112. Par exemple, le PA RF 102 peut être un amplificateur empilé, avec un autre transistor (non représenté) couplé en série avec le transistor d'amplificateur 116 et entre le transistor d'amplificateur 116 et la borne de sortie 112 (par exemple avec la borne de source de l'autre transistor couplé à la borne de drain du transistor d'amplificateur 116). En variante ou en complément, le PA RF 102 peut comporter une pluralité d'étages d'amplificateur, et le transistor d'amplificateur 116 peut être inclus dans l'un de la pluralité d'étages d'amplificateur.

Dans certains modes de réalisation, le circuit PA RF 100 peut en outre comprendre un réseau de correspondance d'entrée (non représenté) couplé à la borne d'entrée 108 et/ou à la borne de sortie 112 pour assurer une correspondance d'impédance avec d'autres composants (par exemple d'un dispositif de communication sans fil).

Dans divers modes de réalisation, le circuit de polarisation 104 peut être couplé à la borne de grille du transistor d'amplificateur 116 pour fournir une tension de polarisation CC au transistor d'amplificateur 116 et/ou au PA RF 102. Par exemple, la tension de polarisation CC peut polariser le PA RF 102 et/ou le transistor d'amplificateur 116 dans un mode d'amplification. Dans certains modes de réalisation, la tension de polarisation CC peut polariser le PA RF 102 dans un mode de fonctionnement d'amplificateur de catégorie AB.

Le circuit de polarisation 104 peut comprendre un transistor de polarisation 128 (par exemple Q2) avec une borne de grille, une borne de drain et une borne de source. Dans certains modes de réalisation, le transistor de polarisation 128 peut être un FET de type n. Le transistor de polarisation 128 peut être couplé au transistor d'amplificateur 116 pour constituer un miroir de courant entre le transistor de polarisation 128 et le transistor d'amplificateur 116. Dans certains modes de réalisation, le miroir de courant peut être un miroir de courant simple. Par exemple, la borne de grille du transistor de polarisation 128 peut être couplée à la borne de grille du transistor d'amplificateur 116. Une source de courant 148 (par exemple I1) peut être couplée à la borne de drain du transistor de polarisation 128 pour fournir un courant au miroir de courant. Dans certains modes de réalisation, le transistor de polarisation 128 peut être plus petit que le transistor d'amplificateur 116. Par exemple, dans un mode de réalisation non limitatif, le rapport de la taille du transistor d'amplificateur 116 sur celle du transistor de polarisation 128 peut être d'environ 16 pour 1.

Dans divers modes de réalisation, le circuit de polarisation 104 peut en outre comprendre une première résistance 132 (par exemple R1) couplée entre la borne de grille et la borne de drain du transistor de polarisation 128. La première résistance 132 peut bloquer des signaux RF provenant de la borne de grille du transistor de polarisation 128. Par exemple, la première résistance 132 peut empêcher que des

signaux RF ne passent de la borne de drain du transistor de polarisation 128 à la borne de grille.

Dans certains modes de réalisation, le circuit de polarisation 104 peut en outre comprendre un condensateur 140 (par exemple C1) couplé entre la borne de grille du transistor de polarisation 128 et le potentiel de masse 144 pour fournir un chemin de
5 décharge pour des signaux RF (par exemple de la borne de grille du transistor de polarisation 128 au potentiel de masse 144). Le condensateur 140 peut en outre assurer un filtrage et/ou une isolation des signaux RF pour la borne de grille du transistor de polarisation 128, en plus de l'isolation fournie par la première résistance
10 132.

Le blocage de signaux RF provenant de la borne de grille du transistor de polarisation 128 peut faciliter une amplification de polarisation de la tension de polarisation CC par le circuit de polarisation 104 à des niveaux de puissance RF supérieurs du signal d'entrée RF, sans introduire de compression de gain
15 significative. Par conséquent, le circuit de polarisation 104 peut fournir une puissance de sortie étendue à une compression de 1 décibel (P1dB) pour le PA RF 102 par rapport à des conceptions de circuit de polarisation antérieures.

Le circuit de polarisation 104 peut en outre comprendre une deuxième résistance 136 (par exemple R2) couplée entre la borne de grille du transistor de polarisation 128 et le PA RF 102 (par exemple le transistor d'amplificateur 116 du
20 PA RF 102). Une quantité d'amplification de polarisation de la tension de polarisation CC fournie par le circuit de polarisation 104 peut être basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance 136. Par exemple, la quantité d'amplification de polarisation de la tension de polarisation CC fournie par le circuit
25 de polarisation 104 peut être basée sur la valeur relative de la deuxième résistance 136 par rapport à une valeur d'impédance de la source de courant 148. Une valeur d'impédance relative de la deuxième résistance 136 inférieure à la valeur d'impédance de la source de courant 148 peut amener le circuit de polarisation 104 à fournir une amplification de polarisation supérieure à celle obtenue dans un mode de
30 réalisation dans lequel la deuxième résistance 136 présente une valeur d'impédance relative supérieure. Par conséquent, la quantité d'amplification de polarisation fournie par le circuit de polarisation 104 peut être sélectionnée en fonction des besoins du PA RF 102 et/ou du type de communication sans fil à effectuer par le PA

RF 102. Par exemple, une amplification de polarisation supérieure peut être utilisée pour un PA RF 102 qui doit être employé pour une communication sans fil utilisant un multiplexage par répartition de fréquence orthogonale (OFDM) par rapport à d'autres types de communication.

5 Dans divers modes de réalisation, la source de courant 148 peut être couplée à un rail d'alimentation 152 pour fournir de l'énergie électrique à la source de courant 148 et/ou au circuit de polarisation 104. Dans certains modes de réalisation, la source de courant 148 peut comprendre une source de tension (non représentée) couplée à une résistance (non représentée) pour fournir un courant. Dans certains modes de
10 réalisation, le rail d'alimentation 152 peut être couplé au rail d'alimentation 120 et/ou à la même tension que celui-ci.

Comme cela a été susmentionné, le transistor de polarisation 128 et le transistor d'amplificateur 116 peuvent constituer un miroir de courant pour polariser le PA RF 102. Dans certains modes de réalisation, le miroir de courant peut être un
15 miroir de courant simple, comme cela est représenté sur la figure 1. Dans divers modes de réalisation, la deuxième résistance 136 peut avoir une valeur d'impédance qui est significativement inférieure à une valeur d'impédance de la première résistance 132 et/ou à une valeur d'impédance de la source de courant 148. Par exemple, la valeur d'impédance de la deuxième résistance peut être inférieure ou
20 égale à un centième, ou inférieure ou égale à un millième, de la valeur d'impédance de la première résistance 132 et/ou de la valeur d'impédance de la source de courant 148. Dans un mode de réalisation non limitatif, la valeur d'impédance de la première résistance 132 peut être égale à environ 10 kilo-ohms, la valeur d'impédance de la deuxième résistance 136 peut être égale à environ 10 ohms, et la valeur d'impédance
25 de la source de courant peut être égale à environ 2,63 kilo-ohms. Comme cela a été susmentionné, la quantité d'amplification de polarisation fournie par le circuit de polarisation 104 peut être basée sur la valeur d'impédance de la deuxième résistance 136 (par exemple en fonction de la valeur d'impédance de la source de courant 148 et/ou de la première résistance 132). Par conséquent, la valeur d'impédance de la
30 deuxième résistance 136 peut être ajustée pour fournir la quantité souhaitée d'amplification de polarisation pour la tension de polarisation CC.

Avec la valeur d'impédance relativement faible de la deuxième résistance 136, lorsqu'un signal RF arrive à la borne de grille du transistor d'amplificateur 116 (par

exemple par l'intermédiaire de la borne d'entrée 108), une grande portion du signal RF est également constatée à la borne de drain du transistor de polarisation 128. A certains niveaux de puissance RF du signal RF, le signal RF peut passer au-dessous de zéro volt au cours du demi-cycle négatif de l'oscillation de signal RF. Au cours du
5 demi-cycle positif du signal RF, le transistor de polarisation 128 peut être sous tension et la borne de drain du transistor de polarisation 128 peut être chargée, avec une constante de temps de chargement, par l'intermédiaire de la deuxième résistance 136. La borne de drain du transistor de polarisation 128 peut également être chargée par l'intermédiaire d'un condensateur parasite Cds (non représenté) couplé entre la
10 borne de drain et la borne de source du transistor de polarisation 128. La valeur de capacité du Cds peut être significativement inférieure à la valeur de capacité du condensateur 140. Lorsque le signal RF oscille au-dessous de zéro volt au cours du demi-cycle négatif du signal RF, le transistor de polarisation 128 peut être hors tension et la borne de drain du transistor de polarisation 128 peut être déchargée,
15 avec une constante de temps de déchargement, par l'intermédiaire de la première résistance 132 et du condensateur 140.

La valeur d'impédance de la première résistance 132 et la valeur de capacité du condensateur 140 peuvent être sélectionnées de sorte que la constante de temps de déchargement soit supérieure à la constante de temps de chargement. Par exemple,
20 dans un mode de réalisation non limitatif, la valeur d'impédance de la première résistance 132 peut être égale à environ 10 kilo-ohms et la valeur de capacité du condensateur 140 peut être égale à environ 10 pico-farads. Par conséquent, au fur et à mesure de l'augmentation du niveau de puissance RF du signal RF, une charge peut s'accumuler sur la borne de drain du transistor de polarisation 128. Cette
25 accumulation de charge engendre une augmentation de la tension CC sur la borne de drain du transistor de polarisation 128. L'augmentation de la tension CC sur la borne de drain du transistor de polarisation 128 engendre une augmentation de la tension de polarisation CC sur la borne de grille du transistor d'amplificateur 116 puisque la
30 borne de grille du transistor d'amplificateur 116 et la borne de drain du transistor de polarisation 128 sont couplées l'une à l'autre par l'intermédiaire de la deuxième résistance 136 et il ne passe pas de courant CC à travers la deuxième résistance 136. En conséquence, le circuit de polarisation 104 amplifie la tension de polarisation CC sur la borne de grille du transistor d'amplificateur 116, la tension de polarisation CC

augmentant avec l'augmentation du niveau de puissance RF du signal d'entrée RF. L'amplification de polarisation peut étendre la P1dB du PA RF 102 pour permettre au PA RF 102 de fonctionner à des niveaux élevés de puissance RF.

Comme cela a été susmentionné, le PA RF 102 peut être un amplificateur de puissance CMOS. Le circuit de polarisation 104 peut être particulièrement bien adapté pour polariser des PA CMOS. Cela s'explique par le fait il n'y a pas de chemin CC entre les bornes de grille des transistors CMOS 116 et 128 sur la figure 1. Le rapport de la première résistance 132 sur la deuxième résistance 136 ne doit donc pas forcément être égal au rapport du transistor d'amplification 116 sur le transistor de polarisation 128. Par contraste, pour une conception de transistor de jonction bipolaire (BJT), le rapport de R1 sur R2 doit être égal au rapport de Q1 sur Q2. Sinon, le circuit ne constitue pas un circuit de miroir de courant. De plus, le circuit 100 peut nécessiter moins de transistors dans le circuit de polarisation (par exemple le transistor de polarisation 128) que les conceptions antérieures. Cela pour rendre le circuit 100 plus économique que les conceptions BJT.

Dans d'autres modes de réalisation, le circuit 100 peut être utilisé avec des transistors BJT pour le transistor d'amplification 116 et/ou le transistor de polarisation 128. Dans certains modes de réalisation, un inducteur de grande valeur peut être inclus entre la base du transistor de polarisation 128 et la première résistance 132 pour empêcher que des signaux RF n'atteignent la base du transistor de polarisation 128 afin que le rapport de R1 sur R2 puisse être égal au rapport de Q1 sur Q2.

La figure 2 illustre un mode de réalisation alternatif d'un circuit PA RF 200 dans lequel un circuit de polarisation 204 comprend un transistor relié à une diode 256 couplé entre une borne de drain d'un transistor de polarisation 228 et une source de courant 248, selon divers modes de réalisation. Le circuit PA RF 200 peut comprendre un PA RF 202 comportant un transistor d'amplificateur 216. Le PA RF 202 peut recevoir un signal d'entrée RF à une borne d'entrée 208 et produire un signal de sortie RF à une borne de sortie 212. Le circuit PA RF 200 peut en outre comprendre un circuit de polarisation 204 comportant un transistor de polarisation 228. Le circuit de polarisation 204 peut en outre comprendre une première résistance 232, une deuxième résistance 236, et un condensateur 240 agencés dans une configuration similaire à celle respectivement de la première résistance 132, de la

deuxième résistance 136 et du condensateur 140 comme cela est représenté sur la figure 1 et comme cela a été susmentionné.

Dans divers modes de réalisation, le circuit de polarisation 204 peut en outre comprendre un transistor relié à une diode 256 couplé entre la borne de drain du transistor de polarisation 228 et la source de courant 248. Un condensateur de découplage 258 peut être couplé entre la borne de drain (et la borne de grille) du transistor relié à une diode 252 et un potentiel de masse 244. Le transistor relié à une diode 256 peut être hors tension lorsque la puissance du signal d'entrée RF devient supérieure à un seuil. Cela augmente l'amplification de polarisation sur la borne de grille du transistor d'amplificateur 216.

La figure 3 illustre un autre mode de réalisation en variante d'un circuit PA RF 300 comportant un circuit de polarisation 304 qui comprend un miroir de courant de Wilson avec un transistor de polarisation 328 selon divers modes de réalisation. Le circuit PA RF 300 peut en outre comprendre un PA RF 302 couplé au circuit de polarisation 304. Le PA RF 302 peut comprendre un transistor d'amplificateur 316, il peut recevoir un signal d'entrée RF à une borne d'entrée 308 et il peut produire un signal de sortie RF à une borne de sortie 312. Le circuit de polarisation 304 peut en outre comprendre une première résistance 332, une deuxième résistance 336, et un condensateur 340 agencés dans une configuration similaire à celle respectivement de la première résistance 132, de la deuxième résistance 136 et du condensateur 140, comme cela est représenté sur la figure 1 et comme cela a été susmentionné.

Dans divers modes de réalisation, le miroir de courant de Wilson peut comprendre un transistor 360, un transistor 364, et un transistor 368 en plus du transistor de polarisation 328. La source de courant 348 peut être couplée entre une borne de drain du transistor 368 et un rail d'alimentation 352. Un condensateur 372 peut être couplé entre la borne de drain du transistor 368 et un potentiel de masse 344. Le miroir de courant de Wilson du circuit de polarisation 304 peut réduire la valeur requise de la source de courant 348 par rapport à la valeur de la source de courant 148 du circuit de polarisation 104.

Un schéma de principe d'un dispositif de communication sans fil exemplaire 400 est illustré sur la figure 4 selon certains modes de réalisation. Le dispositif de communication sans fil 400 peut comporter un module PA RF 404 comprenant un ou plusieurs circuits PA RF 408 qui peuvent être similaires aux circuits PA RF 100, 200

et/ou 300. En plus du module PA RF 404, le dispositif de communication sans fil 400 peut comprendre une structure d'antenne 414, un commutateur Tx/Rx 418, un émetteur-récepteur 422, un processeur principal 426 et une mémoire 430 couplés l'un à l'autre au moins comme cela est représenté. Bien que le dispositif de communication sans fil 400 soit représenté avec des capacités d'émission et de réception, d'autres modes de réalisation peuvent comprendre des dispositifs avec uniquement des capacités d'émission ou uniquement des capacités de réception.

Dans divers modes de réalisation, le dispositif de communication sans fil 400 peut être, sans être limité à cela, un téléphone mobile, un dispositif de radiomessagerie, un assistant numérique personnel, un dispositif de messagerie de texte, un ordinateur portable, un ordinateur de bureau, une station de base, une station d'abonné, un point d'accès, un radar, un dispositif de communication satellitaire ou n'importe quel autre dispositif capable d'effectuer l'émission/la réception sans fil de signaux RF.

Le processeur principal 426 peut exécuter un programme de système d'exploitation de base mémorisé dans la mémoire 430 afin de commander le fonctionnement global du dispositif de communication sans fil 400. Par exemple, le processeur principal 426 peut commander la réception de signaux et la transmission de signaux par un émetteur-récepteur 422. Le processeur principal 426 peut être capable d'exécuter d'autres processus et programmes résidant dans la mémoire 430 et il peut déplacer des données à l'intérieur de la mémoire 430 ou à l'extérieur de celle-ci, selon les besoins d'un processus d'exécution.

L'émetteur-récepteur 422 peut recevoir des données de sortie (par exemple des données vocales, des données Web, un e-mail, des données de signalisation, etc.) du processeur principal 426, il peut générer le ou les signaux RF_{in} pour représenter les données de sortie, et il peut fournir le ou les signaux RF_{in} au module PA RF 404. L'émetteur-récepteur 422 peut également commander au module PA RF 404 de fonctionner dans des bandes sélectionnées et en mode à pleine puissance ou à puissance réduite. Dans certains modes de réalisation, l'émetteur-récepteur 422 peut générer le ou les signaux RF_{in} en utilisant une modulation OFDM.

Le module PA RF 404 peut amplifier le ou les signaux RF_{in} pour fournir un ou plusieurs signaux RF_{out} comme cela est décrit dans les présentes. Le ou les signaux RF_{out} peuvent être transférés au commutateur Tx/Rx 418 puis à la structure

d'antenne 414 pour une transmission hertzienne (OTA). Dans certains modes de réalisation, le commutateur Tx/Rx 418 peut comprendre un duplexeur.

D'une manière similaire, l'émetteur-récepteur 422 peut recevoir un signal OTA d'entrée de la structure d'antenne 414 par l'intermédiaire du commutateur Tx/Rx 418. L'émetteur-récepteur 422 peut traiter et envoyer le signal d'entrée au processeur principal 426 en vue d'un traitement ultérieur.

Dans divers modes de réalisation, la structure d'antenne 414 peut comprendre une ou plusieurs antennes directionnelles et/ou omnidirectionnelles, comme une antenne dipolaire, une antenne unipolaire, une antenne patch, une antenne en boucle, une antenne en microbande ou n'importe quel autre type d'antenne approprié pour une émission/réception OTA de signaux RF.

L'homme du métier peut se rendre compte que le dispositif de communication sans fil 400 est donné à titre d'exemple et que, par souci de simplicité et de clarté, la représentation et la description ne portent que sur les éléments de construction et de fonctionnement du dispositif de communication sans fil 400 qui sont nécessaires à la compréhension des modes de réalisation. Divers modes de réalisation portent sur un composant approprié ou une combinaison appropriée de composants effectuant des tâches adéquates en association avec le dispositif de communication sans fil 400 selon des besoins particuliers. Il faut bien comprendre que le dispositif de communication sans fil 400 n'est pas censé limiter les types de dispositifs dans lesquels des modes de réalisation peuvent être mis en œuvre.

Bien que la présente invention ait été décrite selon les modes de réalisation susmentionnés, l'homme du métier peut se rendre compte qu'une grande diversité de mises en œuvre alternatives et/ou équivalentes conçues pour atteindre les mêmes objectifs peuvent se substituer aux modes de réalisation spécifiques représentés et décrits dans les présentes sans sortir du périmètre de la présente divulgation. L'homme du métier comprend que les enseignements de la présente divulgation peuvent être mis en œuvre dans une grande diversité de modes de réalisation. La présente description doit être considérée comme étant illustrative et non pas restrictive.

REVENDICATIONS

1. Circuit de polarisation (104) comprenant :
un transistor de polarisation (128) comportant une borne de grille, une borne de drain, et une borne de source, le transistor de polarisation (128) étant destiné à constituer un
5 miroir de courant avec un transistor d'amplificateur (116) d'un amplificateur de puissance, PA, de radiofréquence, RF, (102) couplé à un nœud du circuit de polarisation (104) ;
une première résistance (132) couplée entre la borne de grille et la borne de drain du transistor de polarisation (128) pour bloquer des signaux RF provenant de la borne de
10 grille du transistor de polarisation (128) ; et
une deuxième résistance (136) couplée entre la borne de drain du transistor de polarisation (128) et le nœud, dans lequel une quantité d'amplification de polarisation d'une tension de polarisation de courant continu (CC) fournie par le circuit de polarisation (104) à l'amplificateur de puissance RF couplé au nœud est
15 basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance (136).
2. Circuit (104) selon la revendication 1, comprenant en outre un condensateur (140) couplé entre la borne de grille du transistor de polarisation (128) et un potentiel de masse (144) pour fournir un chemin de décharge pour des signaux RF.
20
3. Circuit (104) selon la revendication 1, comprenant en outre une source de courant couplée à la borne de drain du transistor de polarisation (128).
4. Circuit (104) selon la revendication 3, dans lequel la valeur d'impédance de la
25 deuxième résistance (136) est inférieure ou égale à un centième d'une valeur d'impédance de la source de courant.
5. Circuit (104) selon la revendication 1, dans lequel l'amplificateur de puissance RF (102) est un amplificateur à semi-conducteurs d'oxydes métalliques complémentaires
30 (CMOS).

6. Circuit (104) selon la revendication 1, dans lequel le transistor de polarisation (128) est configuré pour augmenter la tension de polarisation CC en fonction de l'augmentation d'une puissance RF d'un signal d'entrée RF amplifié par l'amplificateur RF (102).

5

7. Circuit (104) selon la revendication 1, comprenant en outre un transistor relié à une diode couplé à la borne de drain du transistor de polarisation (128) pour fournir une amplification de polarisation supplémentaire.

10 8. Circuit (104) selon la revendication 1, comprenant en outre un miroir de courant de Wilson comprenant le transistor de polarisation (128).

9. Système comprenant :

15 un amplificateur de puissance, PA, de radiofréquence, RF, (102) configuré pour amplifier un signal d'entrée RF, l'amplificateur de puissance RF comportant un transistor d'amplificateur (116) avec une borne de grille configurée pour recevoir le signal d'entrée RF ;

20 un circuit de polarisation (104) couplé à la borne de grille du transistor d'amplificateur (116), le circuit de polarisation (104) étant configuré pour fournir une tension de polarisation de courant continu (CC) à la borne de grille du transistor d'amplificateur (116), dans lequel le circuit de polarisation (104) comprend :

25 un transistor de polarisation (128) comportant une borne de grille, une borne de drain et une borne de source, la borne de grille du transistor de polarisation (128) étant couplée à la borne de grille du transistor d'amplificateur (116) pour constituer un miroir de courant ;

une première résistance (132) couplée entre la borne de grille et la borne de drain du transistor de polarisation (128) pour bloquer des signaux RF provenant de la borne de grille du transistor de polarisation (128) ;

30 un condensateur (140) couplé entre la borne de grille du transistor de polarisation (128) et un potentiel de masse (144) pour fournir un chemin de décharge pour des signaux RF ; et

une deuxième résistance (136) couplée entre la borne de drain du transistor de polarisation (128) et la borne de grille du transistor d'amplificateur (116) ;

- dans lequel le circuit de polarisation (104) est configuré pour augmenter la tension de polarisation CC en fonction de l'augmentation d'une puissance RF d'un signal d'entrée RF amplifié par l'amplificateur RF (102), dans lequel une quantité de l'augmentation de la tension de polarisation CC est basée sur une valeur d'impédance de la deuxième résistance (136).
- 5
10. Système selon la revendication 9, dans lequel le circuit de polarisation (104) comprend en outre une source de courant couplée à la borne de drain du transistor de polarisation (128).
- 10
11. Système selon la revendication 10, dans lequel la valeur d'impédance de la deuxième résistance (136) est inférieure ou égale à un centième d'une valeur d'impédance de la source de courant.
- 15
12. Système selon la revendication 9, dans lequel l'amplificateur de puissance RF (102) est un amplificateur à semi-conducteurs d'oxydes métalliques complémentaires (CMOS).
- 20
13. Système selon la revendication 12, dans lequel le transistor d'amplificateur (116) est un premier transistor d'amplificateur (116), et dans lequel l'amplificateur de puissance RF (102) est un amplificateur de puissance empilé comprenant en outre un deuxième transistor d'amplificateur (116) comportant une borne de source couplée à une borne de drain du premier transistor d'amplificateur (116).
- 25
14. Système selon la revendication 9, dans lequel le circuit de polarisation (104) comprend en outre un transistor relié à une diode couplée au drain du transistor de polarisation (128) pour fournir une amplification de polarisation supplémentaire.
- 30
15. Système selon la revendication 9, dans lequel le circuit de polarisation (104) comprend en outre un miroir de courant de Wilson qui comprend le transistor de polarisation (128).

16. Système selon la revendication 9, comprenant en outre un émetteur couplé à l'amplificateur de puissance RF (102) pour fournir le signal d'entrée RF à l'amplificateur de puissance RF (102).

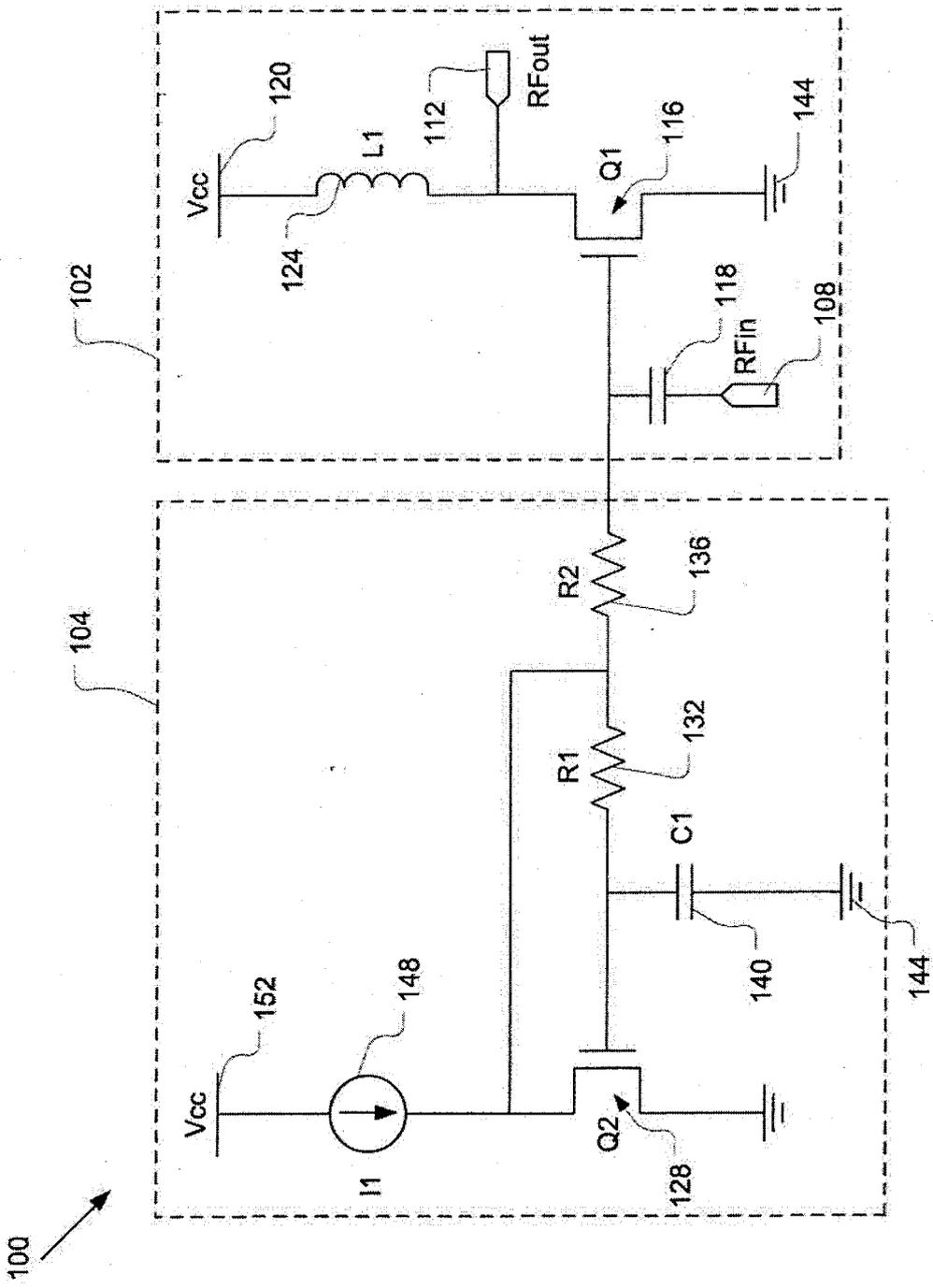


Figure 1

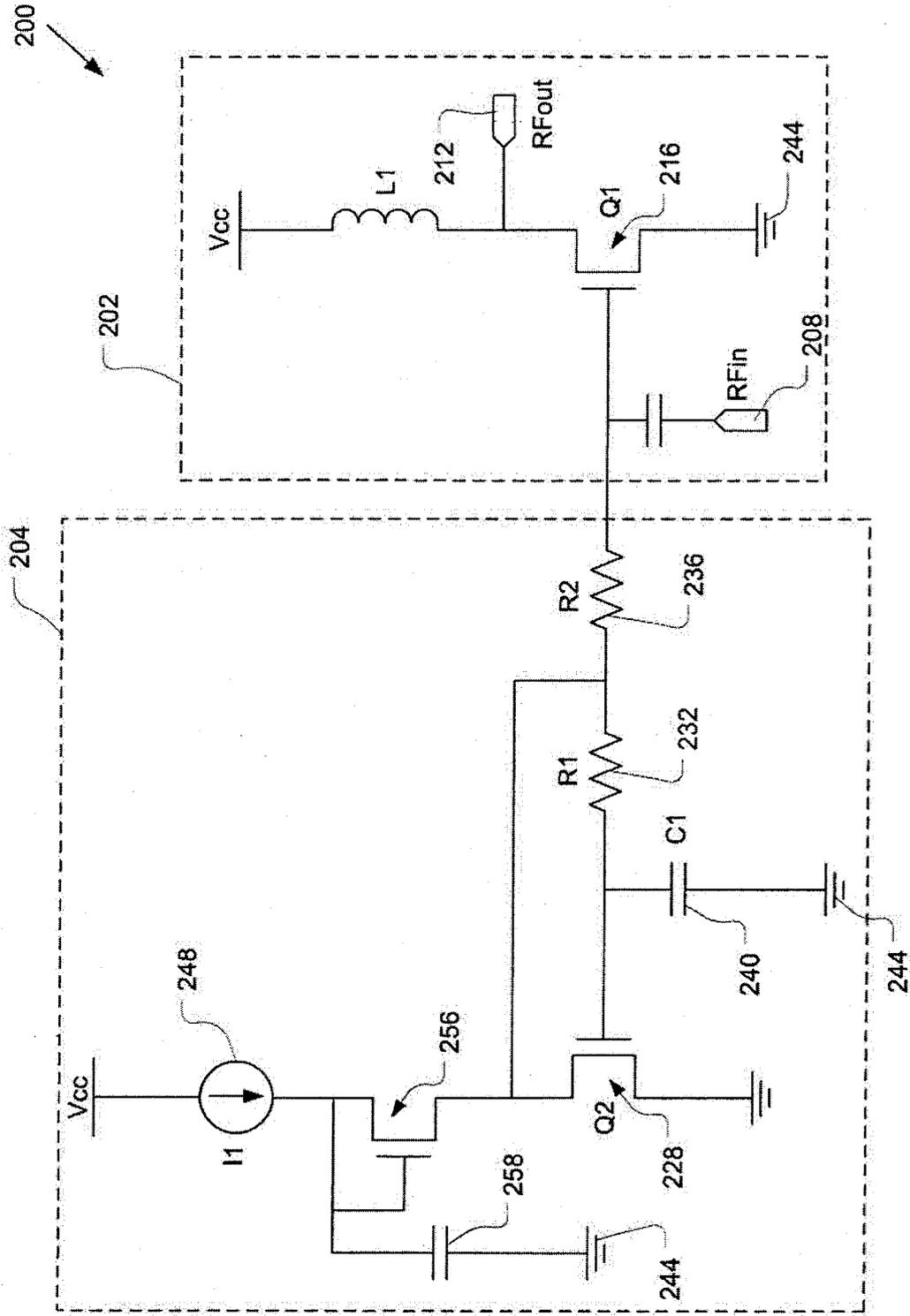


Figure 2

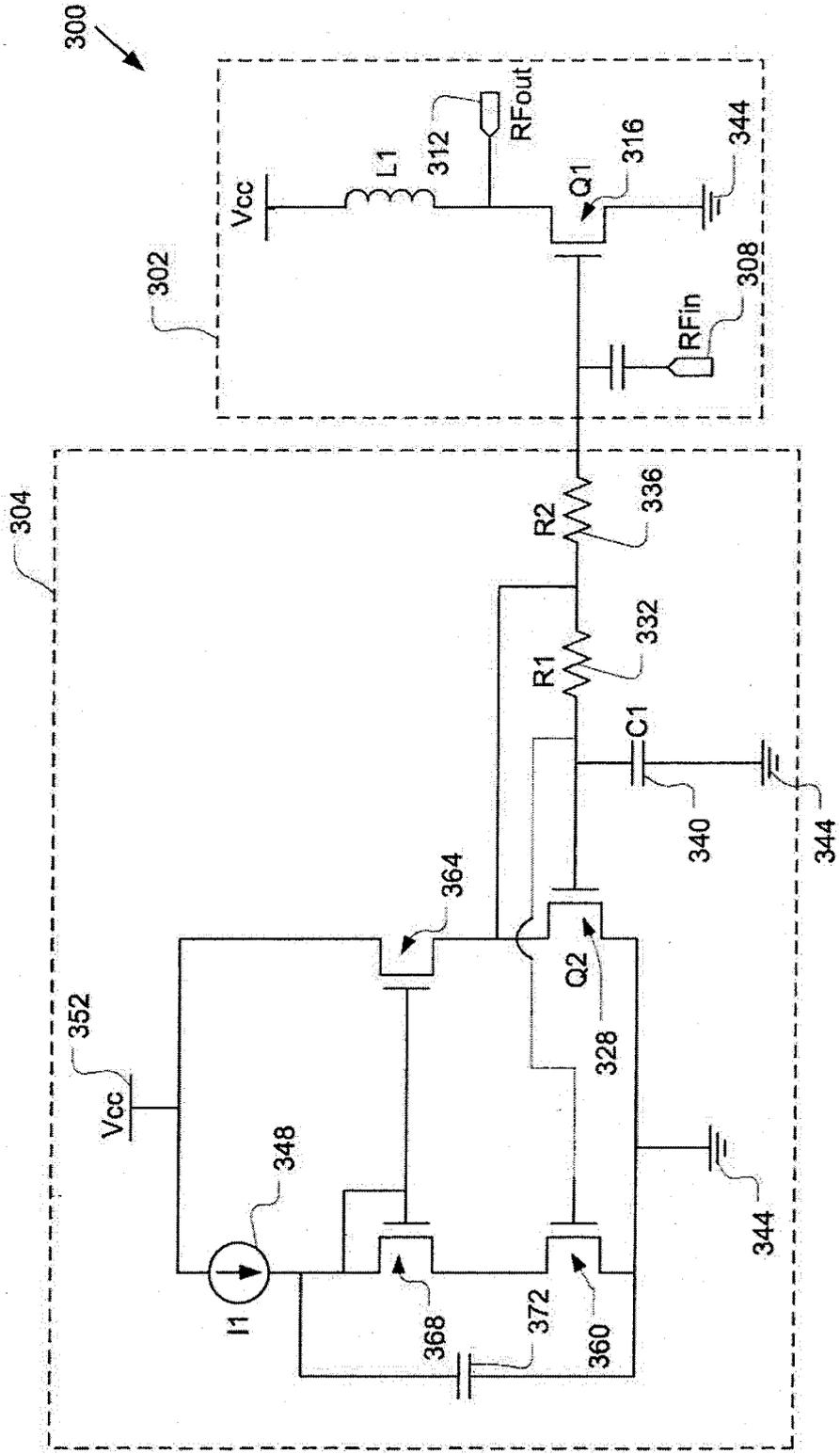
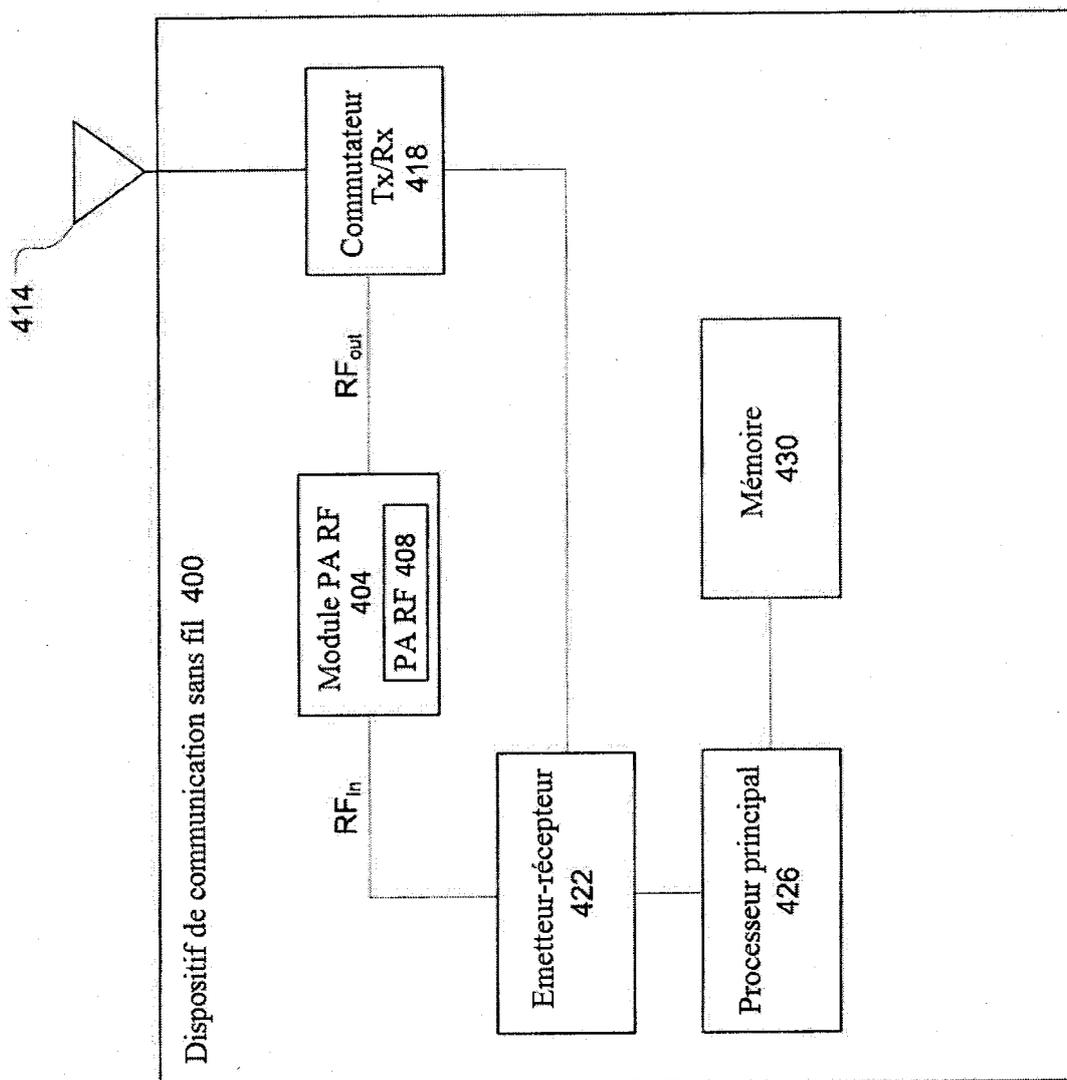


Figure 3

**Figure 4**