

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 25 septembre 1984.

③0 Priorité : IT, 29 septembre 1983, n° 23043 A/83.

④3 Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 14 du 5 avril 1985.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : Société dite : SGS-ATES COMPONENTI ELETTRONICI SPA. — IT.

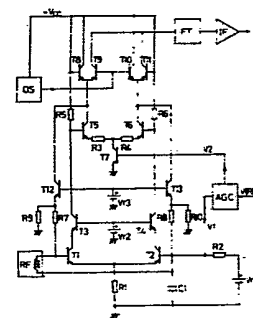
⑦2 Inventeur(s) : Rinaldo Graziadei et Michelangelo Lorusso.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Office Blétry.

⑤4 Etage d'entrée amplificateur et mélangeur à transistors pour un récepteur de radio.

⑤7 L'étage d'entrée amplificateur et mélangeur à transistors d'un récepteur radio comprend un amplificateur différentiel T1, T4 dont le gain est réglé par une tension produite par un circuit de contrôle automatique de gain AGC et un mélangeur T5, T11. Un étage atténuateur T12, T13 ayant un coefficient d'atténuation prédéterminé est monté entre les entrées de l'amplificateur différentiel et du mélangeur. Quand le niveau du signal d'entrée augmente au-delà d'une valeur donnée, l'amplificateur différentiel est désactivé et le signal est transmis au mélangeur par l'intermédiaire de l'étage atténuateur.



La présente invention concerne des récepteurs de signaux de radiofréquence, en particulier un étage d'entrée amplificateur et mélangeur à transistors pour un tel récepteur, se prêtant à la réalisation sous forme de circuit intégré.

5 La dynamique de l'étage d'entrée d'un récepteur, c'est-à-dire la différence entre le niveau maximal et le niveau minimal du signal d'entrée qui peut être acceptée sans que soient introduites des distorsions appréciables, est limitée vers le bas par la sensibilité de l'étage et vers le haut par le fait que la
10 caractéristique de transfert de cet étage s'écarte de la linéarité.

Pour dimensionner ou modifier de manière simple le circuit de l'étage d'entrée, dans le but d'étendre vers le haut la dynamique d'entrée, on connaît différents systèmes, en particulier
15 celui qui est décrit dans la demande de brevet français n° 82 14843 déposée par la Demanderesse à la date du 31.8.82, qui sera citée ultérieurement dans la présente description. Bien qu'il atteigne de façon optimale le but précité, un tel système présente l'inconvénient qu'il provoque des transitoires pendant
20 lesquels l'étage d'entrée a un fonctionnement non linéaire et il se manifeste des discontinuités dans son gain, phénomènes qui provoquent des distorsions du signal et un abaissement du niveau de celui-ci en sortie. En outre, le circuit qui en dérive ne fonctionne pas correctement avec des tensions d'alimentation
25 inférieures à 2 V.

Le but de la présente invention est de réaliser un étage d'entrée pour un récepteur de radiofréquence qui ait une dynamique d'entrée élevée, qui fonctionne de manière linéaire et sans discontinuités dans le gain dans tout l'intervalle de variation
30 du signal d'entrée, qui soit très simple en ce qui concerne son circuit et qui fonctionne parfaitement avec des tensions

d'alimentation inférieures à celles qu'exige la technique connue.

Ce but est atteint, d'après l'invention, par un étage d'entrée comprenant un amplificateur différentiel dont le gain est réglé par une tension produite par un circuit de commande automatique de gain, et un mélangeur. Un étage atténuateur, ayant un coefficient d'atténuation prédéterminé, est monté entre les entrées de l'amplificateur différentiel et du mélangeur. Lorsque le niveau du signal d'entrée augmente au-delà d'une valeur donnée, l'amplificateur différentiel est désactivé et le signal est transmis au mélangeur par l'intermédiaire de l'étage atténuateur.

L'invention pourra être mieux comprise à l'aide de la description détaillée suivante de l'une de ses formes de réalisation, donnée purement à titre d'exemple et, par suite, sans intention restrictive, en référence aux dessins annexés.

La fig. 1 est un schéma simplifié du circuit d'un étage d'entrée amplificateur et mélangeur du type décrit et représenté dans la demande de brevet précitée.

La fig. 2 est le schéma d'un circuit du type représenté sur la fig. 1, modifié suivant l'invention.

En examinant les figures, sur lesquelles des éléments semblables correspondent aux mêmes symboles de référence, et en particulier la fig. 1, on voit que l'étage d'entrée comprend un premier amplificateur différentiel, du type connu comme amplificateur différentiel "cascode" et utilisé couramment dans les étages d'entrée à radiofréquence à large bande. Il est constitué par deux paires de transistors npn, T1, T2 et T3, T4. Les transistors T1, T2 de la première paire ont leurs émetteurs raccordés ensemble, à travers une résistance R1, à la borne négative, représentée par le symbole de masse, d'une source de tension d'alimentation et leurs bases raccordées chacune à une borne d'une source de signaux de radiofréquence, par exemple un transformateur d'antenne, représenté sur le dessin par un enroulement à l'intérieur d'un bloc désigné par RF. Les bases de T1 et T2 sont en outre raccordées ensemble, en continu, à travers une résistance R2, au pôle positif d'une source de tension de référence Vr1. La base de T2 est également mise à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur C1, qui constitue un court-circuit pour le signal d'entrée. Les collecteurs de T1 et T2

sont raccordés respectivement aux émetteurs des transistors T3 et T4 qui ont à leur tour les bases raccordées ensemble à la borne positive d'une source de tension de référence Vr2. Un second amplificateur différentiel comprend deux transistors npn
5 T5 et T6 dont les émetteurs sont raccordés, respectivement à travers les résistances de linéarisation R3 et R4, au collecteur d'un transistor npn T7 dont l'émetteur est à la masse et qui a la fonction de générateur de courant. Les bases de T5 et T6 sont raccordées respectivement au collecteur de T3 et au collecteur
10 de T4 et toutes les deux à la borne positive +Vcc de la source d'alimentation, respectivement à travers les résistances R5 et R6. Un étage d'entrée auxiliaire comprend deux transistors npn T12 et T13 dont les bases sont raccordées en commun aux bases de T3 et de T4, les collecteurs sont raccordés respectivement aux
15 collecteurs de T5 et de T6 et les émetteurs sont raccordés respectivement aux bases de T1, à travers la résistance R7, et de T2 à travers la résistance R8. Les deux transistors T12 et T13 sont connectés suivant le montage à base commune et ont pour cette raison un gain de courant inférieur à l'unité, c'est-à-
20 dire qu'ils constituent un étage atténuateur pour le signal d'entrée. Selon ce qui sera mieux expliqué ultérieurement dans la présente description, cet étage d'entrée atténuateur est inactif pour les bas niveaux moyens du signal d'entrée de radiofréquence, tandis qu'il conduit, shuntant l'étage d'entrée am-
25 plificateur, constitué par le premier et par le second amplificateurs différentiels, lorsque le niveau moyen du signal d'entrée est élevé.

Les entrées du premier amplificateur différentiel, c'est-à-dire les bases de T1 et T2, et les entrées de l'étage atténua-
30 teur, c'est-à-dire les émetteurs de T12 et T13 par l'intermédiaire des résistances R7 et R8 respectivement, sont raccordées ensemble, en continu, à une sortie d'un circuit, représenté par un bloc AGC, à la seconde sortie duquel est reliée la base de T7. Le circuit représenté par le bloc AGC produit deux tensions
35 continues, V1 et V2, dont les grandeurs dépendent du niveau du signal de radiofréquence d'entrée. Pour représenter cette dépendance, la borne d'entrée du bloc AGC est désignée sur le dessin par V(RF).

Deux paires de transistors npn semblables, T8, T9 et T10, T11, sont raccordées entre elles de manière à former un mélangeur double équilibré : en particulier, les émetteurs de la paire T8, T9 sont raccordés ensemble aux collecteurs de T5 et T12 et les émetteurs de la paire T10, T11 sont raccordés ensemble aux collecteurs de T6 et T13. Les deux bornes d'une première entrée du mélangeur sont constituées, pour les bas niveaux moyens du signal d'entrée de radiofréquence, par les bornes d'entrée du second amplificateur différentiel, c'est-à-dire par les bases des transistors T5 et T6; pour les niveaux moyens élevés du signal d'entrée de radiofréquence, elles sont par contre constituées par les bornes d'entrée de l'étage atténuateur, c'est-à-dire par les émetteurs de T12 et T13. Les bases de T9 et T10, reliées l'une à l'autre, constituent une borne d'une seconde entrée du mélangeur, qui a comme seconde borne le pôle positif +Vcc de l'alimentation.

A la seconde entrée du mélangeur est raccordé un oscillateur, représenté par un bloc OS sur le dessin, dont la fréquence est variable en fonction de la fréquence du signal syntonisé dans le bloc RF, de façon bien connue des spécialistes et, par suite, ni décrite, ni représentée sur le dessin.

La base et le collecteur de T8, le collecteur de T10 et la base de T11 sont raccordés à la borne d'alimentation +Vcc et les collecteurs de T9 et T11, unis l'un à l'autre, constituent la sortie de l'étage mélangeur et sont raccordés, à travers un filtre passe-bande FT, à l'entrée d'un étage amplificateur à fréquence intermédiaire, représenté par le bloc IF sur la figure.

Le fonctionnement du circuit décrit ci-dessus est le suivant. Un signal de radiofréquence, syntonisé dans le bloc RF, est amplifié, lorsqu'il présente un bas niveau moyen, dans l'étage d'entrée amplificateur constitué par les deux amplificateurs différentiels (T1-T4; T5, T6), puis introduit dans le mélangeur (T8-T11). Dans le mélangeur, le signal de radiofréquence est combiné avec le signal provenant de l'oscillateur OS, appliqué à la seconde entrée du même mélangeur, d'où il résulte qu'à la sortie du mélangeur est présent un signal de radiofréquence complexe, comprenant deux composants qui ont une fréquence

égale à la somme et à la différence entre la fréquence du signal d'entrée et la fréquence de l'oscillateur OS. Ce signal est convenablement filtré dans le filtre FT, amplifié dans l'amplificateur, puis traité finalement dans d'autres circuits du récepteur, non représentés sur le dessin.

Les gains du premier et du second amplificateurs différentiels sont réglés automatiquement par le circuit AGC au moyen des deux tensions continues V1 et V2 dont les grandeurs dépendent du niveau moyen du signal d'entrée de radiofréquence. La tension V1 agit sur le premier amplificateur différentiel en modifiant la polarisation des bases des deux transistors T1 et T2; la tension V2 agit sur le second amplificateur différentiel en faisant varier la conduction du transistor T7 et, par suite, le courant fourni par celui-ci au circuit. En particulier, quand le niveau moyen du signal d'entrée augmente, les tensions V1 et V2 diminuent, ce qui fait que, comme on peut le constater facilement, les courants d'émetteur des transistors des deux amplificateurs différentiels et, par suite, les gains de ceux-ci diminuent également.

Les résistances R7 et R8 sont dimensionnées de telle manière que les transistors T12 et T13 ne conduisent pas tant que la tension V1 appliquée par le circuit AGC aux entrées du premier amplificateur différentiel est encore assez élevée pour garantir une réponse linéaire de celui-ci. Quand le niveau du signal d'entrée est assez élevé pour provoquer, par l'intermédiaire du circuit AGC, une nouvelle réduction de la tension V1, les transistors T12 et T13 commencent à conduire, en shuntant entre entrée et sortie le circuit formé par le montage en cascade du premier et du second amplificateurs différentiels. L'effet de shunt augmente avec l'élévation du niveau du signal, tandis que le gain des deux amplificateurs différentiels en cascade diminue, jusqu'à ce que ces derniers restent complètement inactifs et que le signal soit introduit dans le circuit du mélangeur uniquement à travers les deux transistors T12 et T13. Comme on l'a vu, les deux transistors T12 et T13 constituent un étage atténuateur pour le signal d'entrée qui peut donc atteindre des niveaux, même très élevés, sans subir de distorsions. Dans la pratique, de tels niveaux sont limités par les conditions de polarisation

et, en particulier, par les tensions de référence V_{r1} et V_{r2} .

Toutefois, lorsqu'on adopte la solution décrite ci-dessus, quand il se produit des variations de niveau du signal qui provoquent la désactivation de l'un des étages d'entrée, le dispositif
5 a un comportement non linéaire, ce qui introduit des distorsions dans le signal; il se produit en outre une discontinuité dans le gain qui comporte un abaissement de niveau du signal en sortie. Ces inconvénients peuvent théoriquement être évités par un réglage précis des paramètres qui définissent les lois d'extinction
10 et d'allumage des deux étages d'entrée, mais la dispersion des valeurs des paramètres des composants du circuit, que l'on observe en cas de production en série des circuits intégrés, rend inévitables les inconvénients précités, ce qui fait qu'une telle précision au projetage devient vaine.

15 Le fonctionnement d'un circuit du type représenté sur la fig. 1, lors des variations de niveau du signal en entrée qui amènent à privilégier l'un ou l'autre parcours du signal, est considérablement amélioré, d'après l'invention, par l'addition de quelques composants. Comme le montre la fig. 2, ces composants
20 consistent en deux résistances, désignées par R_9 et R_{10} , et en une source de tension de référence V_{r3} . Dans le montage représenté sur la fig. 2, les deux transistors T_{12} et T_{13} de l'étage d'entrée atténuateur ont leurs émetteurs reliés à la masse, respectivement à travers les résistances R_9 et R_{10} , et leurs bases raccordées
25 ensemble à la borne positive de la source de tension de référence V_{r3} . La valeur de la tension de référence V_{r3} et le dimensionnement des résistances R_9 et R_{10} sont tels que les jonctions base-émetteur des transistors T_{12} et T_{13} de l'étage atténuateur soient polarisées en direct, ce qui fait que ces transistors sont
30 toujours allumés et, en conséquence, fonctionnent en classe A. Cet étage a donc un coefficient d'atténuation prédéterminé et constant. Lorsque le niveau du signal d'entrée est encore assez bas, ce signal est amplifié par l'étage d'entrée à gain élevé, constitué par les deux amplificateurs différentiels en cascade,
35 tandis que l'étage d'entrée auxiliaire atténue un signal déjà bas, ce qui fait que son action est négligeable.

Lorsqu'augmente le niveau moyen du signal d'entrée, le circuit AGC réduit les tensions V_1 et V_2 et il se produit donc une

diminution du gain de l'étage d'entrée amplificateur, jusqu'à la désactivation de celui-ci pour des signaux d'entrée très élevés. Le signal d'entrée est donc introduit dans le circuit du mélangeur uniquement à travers l'étage atténuateur, ce qui fait que
5 ce signal peut atteindre des niveaux même très élevés - évidemment dans des limites compatibles avec les conditions de polarisation - sans subir de distorsions. Comme on l'a vu, cet étage d'entrée est toujours allumé et fonctionne dans des conditions d'atténuation prédéterminées, d'où il résulte qu'il ne se manifeste
10 pas de phénomènes non linéaires, ni de discontinuités dans le gain, dans les phases dans lesquelles l'étage amplificateur est interdit et seul reste allumé l'étage atténuateur. On évite ainsi les distorsions de signal et les abaissements de niveau en sortie qui se manifestaient dans les transitoires d'activation
15 (ou de désactivation) de l'atténuateur.

Il convient de noter en outre que le circuit selon l'invention, représenté sur la fig. 2, est particulièrement avantageux par le fait qu'il permet d'utiliser des tensions d'alimentation inférieures à celles qui sont nécessaires pour le fonctionnement
20 du circuit de la fig. 1. On peut analyser de la manière suivante les éléments qui conditionnent les valeurs des tensions d'alimentation dans les circuits représentés sur les fig. 1 et 2.

La tension continue V_1 , produite par le bloc AGC, est déterminée au projetage de telle manière qu'à l'augmentation du
25 niveau du signal d'entrée, elle passe d'une valeur maximale égale à $2V_{BE}$ environ, à laquelle correspond le gain maximal du premier étage différentiel, à une valeur minimale égale à $1V_{BE}$ environ, à laquelle correspond la désactivation de cet étage. Les résistances R_7 et R_8 , dans le montage de la fig. 1, sont
30 dimensionnées de manière à maintenir inactifs les transistors T_{12} et T_{13} , tant que le niveau du signal d'entrée n'est pas suffisamment élevé. Quand les transistors T_{12} et T_{13} sont en conduction, il résulte d'un tel dimensionnement une chute de tension dont la valeur se situe aux alentours de $1V_{BE}$ dans chacune des
35 deux résistances R_7 et R_8 .

La conséquence en est que la source de référence V_{r2} doit fournir une tension de valeur voisine de $3V_{BE}$ pour que les transistors T_{12} et T_{13} puissent conduire. D'autre part, la

tension d'alimentation doit être suffisamment supérieure à la tension de la source de référence V_{r2} pour compenser les chutes de tension inévitables dans les différents maillons individuels du circuit de la fig. 1 et contenant la source V_{r2} et la source d'alimentation. Par un dimensionnement approprié des composants du circuit, résistances et transistors, et en portant, en cas de nécessité, le point de fonctionnement au repos des transistors à la limite de la zone active, voisine de la saturation, la tension d'alimentation peut être contenue dans des valeurs d'environ 2 V, mais, pour un fonctionnement correct du circuit récepteur, on ne peut pas descendre au-dessous de ces valeurs.

Par contre, d'après le principe de l'invention et dans le montage de la fig. 2, si l'on dimensionne convenablement les résistances R_9 et R_{10} , il suffit, pour le fonctionnement des transistors T_{12} et T_{13} , que la source de référence V_{r3} fournisse une tension dont la valeur est de l'ordre de $2V_{BE}$, égale, dans chaque branche de l'étage atténuateur, à la somme de la chute de tension à la jonction base-émetteur du transistor correspondant et de la chute de tension dans la résistance de mise à la masse. De manière analogue, si l'on porte le point de fonctionnement au repos des transistors T_1 et T_2 à la limite de la zone active, voisine de la saturation, afin que le premier étage différentiel conduise, il suffit que la source de référence V_{r2} fournisse une tension dont la valeur est de l'ordre de $2V_{BE}$. Ainsi, si l'on dimensionne convenablement les résistances R_5 et R_6 et si l'on fait également fonctionner les transistors T_3 et T_4 à la limite de la zone active, voisine de la saturation, le système de la fig. 2 fonctionne parfaitement avec une tension d'alimentation de l'ordre de 1,5 V, c'est-à-dire inférieure à celle du circuit de la fig. 1.

On notera enfin que l'on peut réaliser une autre forme de réalisation de l'invention en utilisant, au lieu d'un étage atténuateur de structure symétrique, une unique branche atténuatrice. Il va de soi qu'une telle solution peut être adoptée quand il est nécessaire de réduire au maximum le nombre des composants et qu'une légère altération du rapport signal-bruit est acceptable.

Il est en outre évident qu'on peut apporter de multiples

variantes et modifications aux formes de réalisation de l'invention décrite, sans s'écarter pour autant du cadre de celle-ci. Par exemple, à la place des transistors npn, on pourra utiliser des transistors pnp et, à la place d'un ou de plusieurs des
5 transistors représentés et décrits comme des transistors bipolaires, on pourra utiliser des transistors à effet de champ.

REVENDECATIONS

1. Etage d'entrée amplificateur et mélangeur à transistors pour un récepteur de signaux de radiofréquence, comprenant un amplificateur différentiel (T1-T4) dont les bornes d'entrée différentielle sont raccordées à la sortie d'un générateur de signaux de radiofréquence (RF) et une borne de réglage est raccordée à un circuit de contrôle automatique de gain (AGC) du récepteur qui produit au moins une tension (V1, V2) variable en fonction du niveau moyen du signal de radiofréquence pour régler automatiquement le gain de l'amplificateur, et un circuit mélangeur (T5-T11) dont une première entrée est raccordée aux bornes de sortie différentielle de l'amplificateur différentiel (T1-T4), une seconde entrée est reliée à un oscillateur (OS) et une sortie est la sortie de l'étage, caractérisé en ce qu'il comprend un atténuateur (T12, T13, R7-R10) monté entre la sortie du générateur de signaux de radiofréquence (RF) et le mélangeur (T5-T11), cet atténuateur ayant un coefficient d'atténuation prédéterminé.
2. Etage d'entrée selon la revendication 1, dans lequel la sortie du générateur de signaux de radiofréquence (RF) est un court-circuit pour le courant continu, dans lequel la borne de réglage du gain coïncide avec l'une des bornes d'entrée de l'amplificateur différentiel (T1-T4) et dans lequel le mélangeur (T5-T11) comprend un étage différentiel d'entrée (T5-T7), caractérisé en ce que l'atténuateur (T12, T13, R7-R10) comprend au moins un transistor (T12, T13) dont l'émetteur est raccordé, à travers une résistance (R7, R8), à la sortie du générateur de signaux de radiofréquence et le collecteur est raccordé à une borne de sortie de l'étage différentiel d'entrée du mélangeur (T5-T7), ce transistor étant en outre raccordé à des éléments de circuit capables de polariser directement sa jonction base-émetteur.



FIG. 1

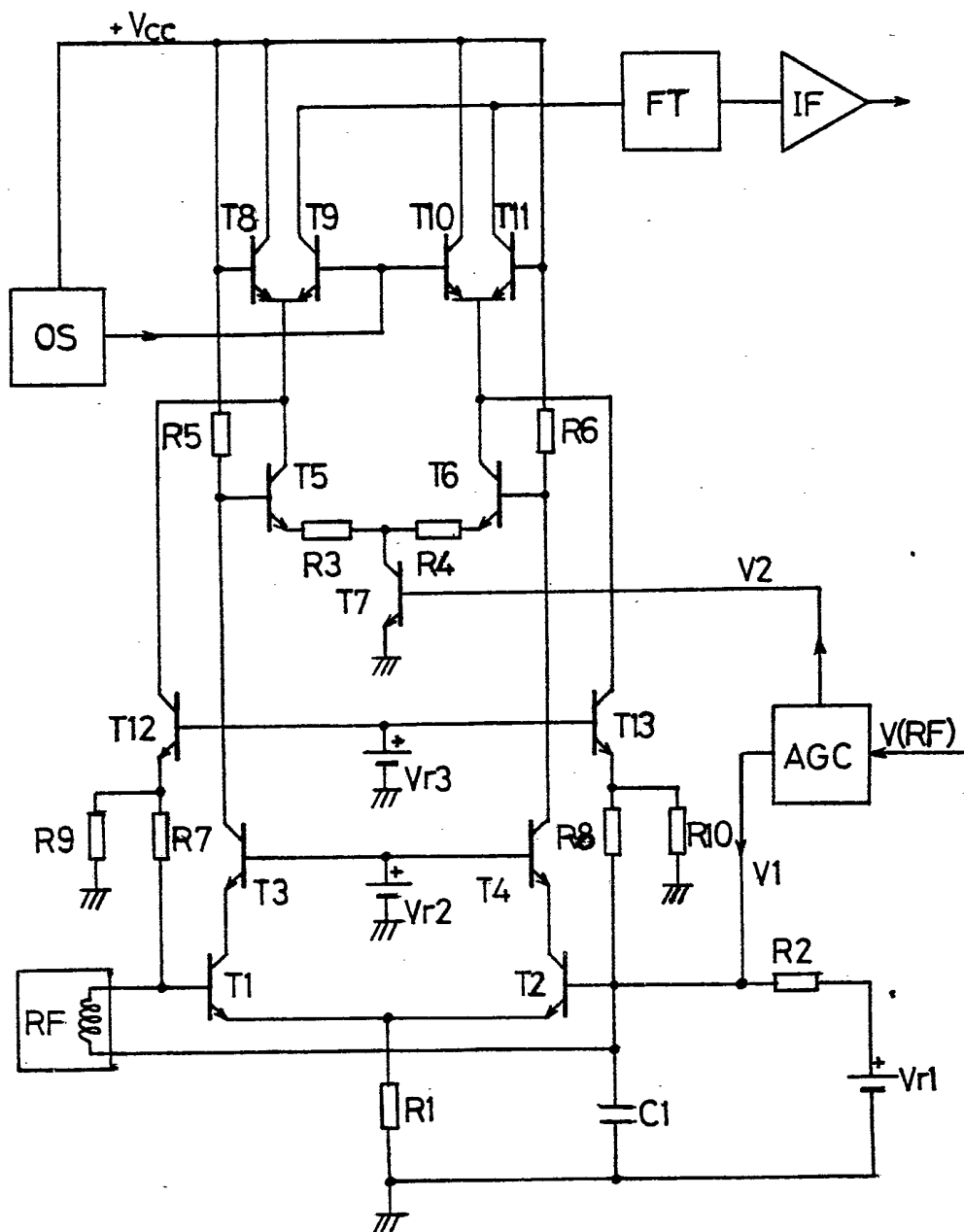


FIG. 2