

⑭

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑮ Date de dépôt : 26.03.93.

⑯ Priorité : 27.03.92 US 859175.

⑰ Date de la mise à disposition du public de la demande : 15.10.93 Bulletin 93/41.

⑱ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑲ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑳ Demandeur(s) : MOTOROLA, Inc. — US.

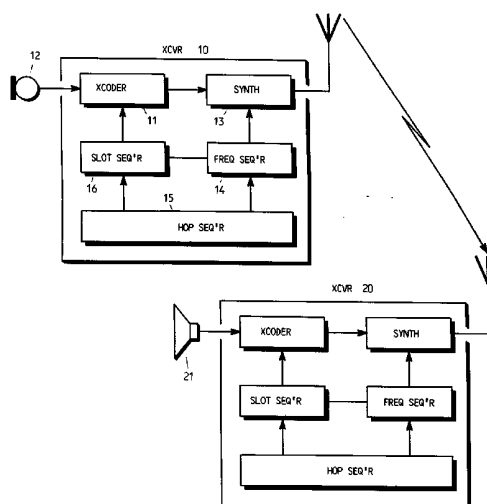
㉑ Inventeur(s) : Bruckert Eugène.

㉒ Titulaire(s) :

㉓ Mandataire : Cabinet Beau de Loménie.

㉔ Dispositif de télécommunications radio avec sauts temporels et sauts en fréquence, et procédé associé.

㉕ Dans un système de télécommunications radio du type à accès multiple par répartition de fréquence et par répartition dans le temps, ou FD/TDMA, possédant des voies de télécommunications associées à des tranches de temps, il est proposé un procédé et un appareil permettant d'utiliser la technique des sauts. L'appareil comprend un moyen (16) de séquençement des attributions de sauts et un moyen (14) de séquençement des attributions de fréquences, de sorte qu'une multiplicité de fréquences sont alors utilisables en chaque site d'un système cellulaire FD/TDMA sans qu'il soit nécessaire de prendre en considération le découpage local entre leurs utilisations voisines. Ceci amène une réduction probabilistique des interférences, non seulement par le nombre des fréquences de sauts, mais aussi par un facteur du nombre des tranches de temps par trame.



FR 2 690 024 - A1



La présente invention concerne le problème de l'affectation des voies avec une grande capacité et un bon rendement spectral et, plus spécialement, elle concerne, appliquée à un système radiotéléphonique cellulaire, l'utilisation de sauts lents dans le domaine du temps ainsi que dans le domaine de la fréquence.

5 Plus particulièrement, l'invention concerne un dispositif de télécommunications radio avec sauts temporels et sauts de fréquence, et un procédé associé.

Classiquement, on a été amené à découper le spectre radiocellulaire dans le domaine de la fréquence comme par exemple dans le système à accès
10 multiple par répartition de fréquence (FDMA). Le groupe de fréquences porteuses cellulaires disponibles était réparti entre les divers sites qui établissent la configuration de réutilisation répétitive caractéristique de la configuration alvéolaire cellulaire stéréotypique. Les fréquences étaient réparties de manière à
15 minimiser les interférences provenant des voies adjacentes et de l'utilisation en multiplex d'une même fréquence à la distance de réutilisation. Ce processus de minimisation des interférences par voisinage et entre voies est appelé un plan de fréquence cellulaire. On a mis au point diverses techniques pour éviter ce plan de fréquence et améliorer la capacité et le rendement de liaison en essayant d'obtenir
20 une "répétition sur un seul site", à savoir que toutes les fréquences puissent être utilisées sans interférence en chacun des sites cellulaires et dans tous les sites cellulaires. Pour pouvoir les utiliser sans interférence, on doit employer diverses techniques faisant intervenir une coordination espace/temps/fréquence à l'intérieur des cellules et une réduction probabilistique des interférences entre les cellules.

Puisqu'il était demandé aux systèmes cellulaires d'offrir des capacités
25 supérieures, chaque porteuse radio FDMA a été subdivisée en "tranches de temps" TDMA (accès multiple par répartition dans le temps) dans une trame de répétition de tranches où plusieurs abonnés différents utilisent la même fréquence porteuse multiplexée dans le temps de façon à transporter leurs signaux vocaux numérisés et comprimés. Ordinairement, un abonné se voit attribuer une certaine tranche de
30 temps répétitive sur une unique fréquence porteuse pendant la durée de sa communication.

Puisque ces systèmes TDMA sont bien organisés dans le domaine temporel, ils offraient des possibilités de coordination des domaines de la fréquence et de l'espace de façon qu'on puisse réaliser la "répétition sur un seul
35 site". Certains de ces systèmes TDMA envisagent le saut en fréquence, mais dans le but de réduire le bruit et les interférences, et non nécessairement pour réaliser la

"répétition sur un seul site" et éviter le plan de fréquence. Plutôt que de se voir attribuer une tranche de temps désignée par trame sur une seule fréquence porteuse, l'abonné se voit attribuer une tranche de temps désignée et une séquence de sauts en fréquence. L'attribution de ces séquences constitue un "code", ce qui
5 ressort donc du domaine des systèmes à accès multiple par différence de code (CDMA). Pour alléger la charge s'exerçant sur les synthétiseurs de fréquence contenus dans l'équipement de l'abonné, il est courant que ces séquences "baladent" le synthétiseur séquentiellement sur le spectre radio disponible. Ordinairement, tous les abonnés présentent un début échelonné pour cette balade
10 sur les fréquences de manière à ne pas présenter d'interférences, ou à être "orthogonaux", de sorte qu'il n'y ait pas deux émissions sur la même fréquence en même temps dans la même cellule. Si ces séquences de sauts sont coordonnées (dans l'espace) vis-à-vis des cellules environnantes, la coordination nécessaire sera alors réalisée dans l'espace, le temps et la fréquence. Ainsi, on peut donc
15 utiliser théoriquement toute les fréquences dans toutes les cellules, ce qui donne la "répétition sur un seul site".

Toutefois, un problème se pose au sujet de l'introduction en phase de ces systèmes FD/TD/CDMA (à accès multiple par répartition de fréquence, par répartition dans le temps et par différence de code). Typiquement, il existe
20 initialement très peu de spectre radio disponible pour les nouveaux systèmes ; de plus, le maigre spectre qui est attribué est ordinairement partagé entre divers opérateurs en concurrence se trouvant dans une seule et même zone locale. Ainsi, les chances offertes de réussir à gérer les interférences soit en fréquence, soit dans le temps, soit dans l'espace, sont sévèrement limitées.

25 L'invention a pour objet de surmonter ces inconvénients et de réaliser certains avantages présentés ci-après.

Dans un système de télécommunications radio à accès par répartition de fréquence et dans le temps (FD/TDMA) possédant des voies de télécom-
munications associées à des tranches de temps, il est proposé un procédé et un
30 appareil permettant d'utiliser des sauts pour les télécommunications radio. Il consiste à effectuer un séquençement des attributions de tranches de temps et un séquençement des attributions de fréquences, de sorte qu'une multiplicité de fréquences sont donc utilisables en chaque site d'un système FD/TDMA cellulaire sans qu'il faille prendre en considération un découpage local entre leurs utilisations
35 voisines. L'effet qui en résulte doit conduire à une réduction probabilistique des

interférences, non seulement par le nombre des fréquences de saut, mais aussi par un facteur du nombre des tranches de temps par trame.

La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

la figure 1 représente une séquence de sauts de tranches de temps donnée à titre d'exemple selon l'invention ;

la figure 2 est un schéma fonctionnel de l'appareil permettant d'exécuter les sauts de tranches de temps et les sauts de fréquences selon l'invention ;

la figure 3 montre un exemple de séquence de sauts de tranches de temps pour des signaux vocaux codés à taux réduit de moitié et à taux unité selon l'invention ; et

la figure 4 illustre l'utilisation de sauts chez un abonné dans un mode de fonctionnement du type alternat et l'atténuation du problème du contrôle par les séquences de la figure 3.

L'invention a pour objet de traiter le problème de l'utilisation de sauts sur un spectre limité (lequel apporte ordinairement une gêne sérieuse à l'introduction de la "réutilisation sur un seul site").

Lorsque le nombre de fréquences sur lesquelles les sauts peuvent être effectués est limité et conduit à une trop grande probabilité de répétitions et d'interférences avec des cellules adjacentes, on peut réduire probabilistiquement les interférences en utilisant des sauts aussi bien sur les tranches de temps que sur les fréquences. En d'autres termes, un abonné ne se verra pas attribuer la même tranche de temps d'une trame à l'autre, mais la tranche de temps attribuée variera d'une trame à l'autre. L'effet obtenu devrait être une réduction probabilistique des interférences, non seulement par le nombre des fréquences de saut, mais aussi par un facteur du nombre des tranches de temps par trame. Dans le système européen GSM (Global System for Mobil communications), qui possède huit tranches de temps par trame, l'effet de l'utilisation du saut de tranches aboutirait à réduire la probabilité des interférences relevant de collisions en fréquence (et réduirait plus encore du point de vue probabilistique les interférences) d'un facteur de huit. Toutefois, les problèmes associés au saut de tranches sont nombreux et sont les suivants.

Dans les systèmes TDMA utilisant le saut de fréquences (mais non le saut de tranches), le synthétiseur du dispositif radio possède beaucoup de temps,

peut-être jusqu'à la durée d'une trame toute entière, pour faire le saut sur la fréquence suivante. Dans les systèmes utilisant le saut de tranches, les demandes faites au synthétiseur sont plus sévères en raison de l'intervalle de temps (maintenant) aléatoire entre les sauts.

5 Les séquences de sauts de tranches qui feraient sauter l'abonné aux tranches de temps immédiatement adjacentes de la trame suivante doivent être retirées du schéma d'attribution des tranches lorsque le fonctionnement se fait en alternat.

10 En raison du retard qui est dû à la propagation des signaux, le schéma d'attribution des tranches ne peut pas faire sauter un abonné directement à la tranche suivante (c'est-à-dire en enjambant une trame) ou bien avancer son attribution de saut de façon qu'il se voit attribuer deux tranches par trame (ce qui dépasse la capacité de trame).

15 Les schémas antérieurs, qui ne procèdent pas par sauts de tranches, doivent pouvoir être traités à l'intérieur du schéma avec sauts de tranches.

Pour tenir compte de la variabilité (dans le temps) de la réception des tranches, il peut être nécessaire d'avoir presque une trame entière de retard pour permettre le cas le plus défavorable de ces effets du type "accordéon" ou "élastique".

20 L'invention atténue ces effets négatifs du saut de tranches en faisant passer dans la réalité les avantages potentiels de la "répétition sur un seul site" et en évitant le plan de fréquence.

25 La figure 1 montre à titre d'exemple une séquence de sauts de tranches selon l'invention. Elle illustre un même schéma de sauts de tranches exécuté simultanément sur des trames excessives par tous les occupants initiaux des tranches de temps initiales respectives.

30 La figure 1 montre un schéma de sauts de tranches de temps par lequel l'attribution des tranches est cycliquement "baladée" jusqu'à la fin de la trame par deux tranches à la fois et ensuite une tranche, puis est baladée en arrière de deux tranches et ensuite d'une tranche, ce qui ramène au début de la trame. Ainsi, relativement à un abonné particulier qui commence (K) par exemple à la tranche 0, alors, au cours des trames successives (K+1, K+2,...), il sera baladé dans le sens avant de deux tranches (0, 2, 4, 6) puis d'une tranche (7), jusqu'à la fin de la trame, après quoi il sera ramené en arrière de deux tranches (7, 5, 3, 1) puis d'une seule
35 (0), puis, de nouveau, de deux tranches (2) vers l'avant, et ainsi de suite indéfiniment.

Il faut noter que, dans l'établissement du schéma de sauts de tranches, on obtient la plus grande quantité possible de mélange au hasard (et, par conséquence, les interférences les moins probables) en donnant la primauté au saut de tranches par rapport au saut de fréquences. En d'autres termes, chaque fréquence est réutilisée par chaque abonné un certain nombre de fois (un facteur du nombre de tranches de temps) si bien qu'on obtient un effet de multiplication en procédant au saut des tranches avant le saut des fréquences. Ainsi, les sauts de fréquence auront lieu juste avant K et juste après $K+7$ (figure 1) ou $K+15$ (figure 3).

De plus, en particulier lorsque des sites adjacents sont en synchronisme avec le site considéré, il faut que toutes les séquences de tranches de temps et, ou bien, de fréquences soient échelonnées les unes par rapport aux autres de manière à réduire la probabilité d'interférences relatives aux tranches de temps et, ou bien, aux fréquences.

La figure 2 est un schéma fonctionnel montrant l'appareil qui permet d'exécuter à la fois le saut de tranches de temps et le saut de fréquences selon l'invention.

La figure 2 représente un émetteur-récepteur radio (XCVR) 10 possédant un transcodeur, ou convertisseur de code, de voies (XCODER) 11 qui reçoit à son entrée le signal d'un microphone (MIC) 12 par exemple. Le transcodeur prépare des segments de signaux vocaux numérisés et les organise, en vue de l'émission, suivant un certain ordre de tranches. L'émetteur-récepteur contient un modulateur de fréquence synthétisée (SYNTH) 13 qui reçoit les signaux vocaux disposés en blocs et transcodés et les module en vue de leur émission sur la porteuse RF suivant la séquence de fréquences indiquée dans la séquence des sauts de fréquences par le dispositif de séquençement des fréquences (FREQ SEQ'R) 14. L'invention impose d'introduire dans cette architecture d'émission-réception largement classique un dispositif de séquençement de sauts (HOP SEQ'R) 15 servant à coordonner le positionnement temporel d'un dispositif de séquençement de sauts (SLOT SEQ'R) 16 et du dispositif de séquençement de fréquences (FREQ SEQ'R) 14. Le dispositif de séquençement de sauts (SLOT SEQ'R) 16 coordonne, quant à lui, le transcodeur (XCODER) 11 suivant la séquence particulière de tranches demandée par un schéma analogue à celui de la figure 1. L'opération de réception exécutée dans l'autre émetteur-récepteur (XCVR) 20 pour la reconstruction et la reproduction des signaux vocaux dans un haut-parleur (SPKR) 21 situé à l'autre extrémité de la liaison RF est la réciproque exacte (image dans un miroir) de l'opération d'émission ; tous les dispositifs de

séquencement sont préparés à l'aide des mêmes informations de commande de séquences de fréquences et de tranches de temps.

Grâce aux progrès de la technique de codage des signaux vocaux, les systèmes TDMA auxquels l'invention est appliquée envisagent l'emploi de codeurs de signaux vocaux qui sont en mesure de coder les signaux vocaux avec la moitié du nombre de bits. Il suffit donc que les signaux vocaux numérisés soient émis dans une sur deux des trames. On peut traiter le cas de ces "signaux vocaux codés à un taux réduit de moitié" (et les mélanger avec des signaux vocaux codés à partir du taux unité) à l'aide du schéma représenté sur la figure 3. La figure 3 montre un exemple de séquence de sauts de tranches de temps à la fois pour des signaux vocaux codés à demi-taux et à taux unité, selon l'invention. Elle montre un doublement des colonnes des séquences de la figure 1 qui permet de traiter le cas des signaux vocaux codés à demi-taux.

Les systèmes TDMA utilisant le saut de fréquences avec remise assistée de poste mobile d'abonné (MAHO) et support des cellules adjacentes passent régulièrement par le cycle suivant : saut de fréquence, réception de tranche de temps, émission de tranche de temps, contrôle de tranche de temps pour candidature à une remise et, de nouveau, saut de fréquence, indéfiniment. Grâce à l'invention, le cycle incorpore en outre des sauts de tranches de temps qui ont la primauté vis-à-vis des sauts de fréquences. Les sauts de tranches de temps dirigés vers l'arrière contrecarrent tout spécialement la partie contrôle du cycle. Comme représenté sur la figure 4, un abonné (SUB) tentant de sauter "vers l'arrière" de la tranche 5 à la tranche 3 de la trame suivante ne sera pas en mesure de contrôler les voies MAHO relatives à une candidature à la remise, car il n'y aurait pas suffisamment de temps pour revenir à la tranche 3 (représentée de façon impossible comme un temps négatif). Toutefois, le doublement des colonnes illustré sur la figure 3 offre l'avantage de reconquérir une partie de cette capacité de contrôle (au moins vis-à-vis des abonnés fonctionnant à taux entier) en restant (les abonnés à taux entier) dans la même tranche de temps pendant deux trames.

Dans un système de télécommunications radio à accès multiple par répartition de fréquence et répartition dans le temps (FD/TDMA) possédant des voies de télécommunications sous forme de tranches de temps, il est proposé un procédé et un appareil permettant d'utiliser des sauts dans les télécommunications radio. Il consiste à effectuer un séquencement des attributions de tranches de temps et un séquencement des attributions des fréquences, de sorte qu'une multiplicité de fréquences seront ainsi utilisables en chaque site d'un système FD/TDMA

cellulaire sans qu'il faille prendre en considération un découpage local entre ses utilisateurs voisins. L'effet obtenu consisterait à réduire d'un point de vue probabilistique les interférences, non seulement par le nombre des fréquences de sauts, mais aussi par un facteur du nombre de tranches de temps par trame.

5 D'autres formes de réalisations sont possibles. Par exemple, on aura compris qu'il est possible d'employer un mécanisme permettant de rendre aléatoire par d'autres moyens la règle ici établie pour les sauts des tranches de temps et des fréquences (par exemple sous la forme d'une table de recherche).

10 Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé et du dispositif dont la description vient d'être donnée tout simplement à titre illustratif et nullement limitatif, diverses variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de télécommunications radio utilisant la technique des sauts dans un système de télécommunications radio du type à accès multiple par répartition de fréquence et répartition dans le temps, ou FD/TDMA ayant des voies de télécommunications associées à des tranches de temps, le dispositif étant caractérisé par les moyens suivants, fonctionnellement connectés en série :

5 un moyen (16) servant à effectuer un séquençement des attributions de tranches de temps de ce dispositif radio sur les tranches de temps contenues à l'intérieur d'une trame TDMA de tranches de temps ;

10 un moyen (14) servant à effectuer un séquençement des attributions de fréquences de ce dispositif radio ; et

un moyen (15) servant à assurer la coordination entre le séquençement des tranches de temps et celui des fréquences, de sorte qu'une multiplicité de fréquences sont ainsi utilisables en chaque site d'un système cellulaire FD/TDMA sans qu'il faille prendre en considération un découpage local entre leurs utilisations voisines.

2. Dispositif de télécommunications radio utilisant la technique des sauts dans un système de télécommunications radio du type à accès multiple par répartition de fréquence et répartition dans le temps, ou FD/TDMA ayant des voies de télécommunications associées à des tranches de temps, le dispositif étant caractérisé par les moyens suivants, fonctionnellement connectés en série :

20 un moyen (16) servant à effectuer un séquençement des attributions de tranches de temps de ce dispositif radio ; et

25 un moyen (14) servant à effectuer un séquençement des attributions de fréquences de ce dispositif radio.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le séquençement des tranches de temps a la primauté sur le séquençement des fréquences.

30 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que cette primauté est établie par coordination entre le séquençement des tranches de temps et le séquençement des fréquences.

5. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les tranches de temps sont cycliquement attribuées vers l'avant et vers l'arrière sur les tranches de temps contenues à l'intérieur d'une trame TDMA de tranches de temps.

35

6. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la répétition immédiate des attributions de tranches de temps est reliée au taux d'attribution des trames.

5 7. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que la répétition immédiate des attributions de tranches de temps est reliée au taux d'attribution des trames de sorte qu'un doublement permet de traiter à la fois un fonctionnement en sauts à taux unité et à taux réduit de moitié.

10 8. Procédé de télécommunications radio avec sauts dans un système de télécommunications radio du type à accès multiple par répartition de fréquence et par répartition dans le temps, ou FD/TDMA ayant des voies de télécommunications associées à des tranches de temps, le procédé étant caractérisé par les opérations suivantes :

effectuer le séquençement des attributions de tranches de temps, et
effectuer le séquençement des attributions de fréquences,
15 de sorte qu'une multiplicité de fréquences sont ainsi utilisables en chaque site d'un système cellulaire FD/TDMA sans qu'il faille prendre en considération le découpage local entre leurs utilisations voisins.

20 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que des fréquences sont utilisées dans des sites adjacents d'un système cellulaire FD/TDMA sans qu'il faille prendre en considération le découpage local entre leurs utilisations voisines.

FIG. 1

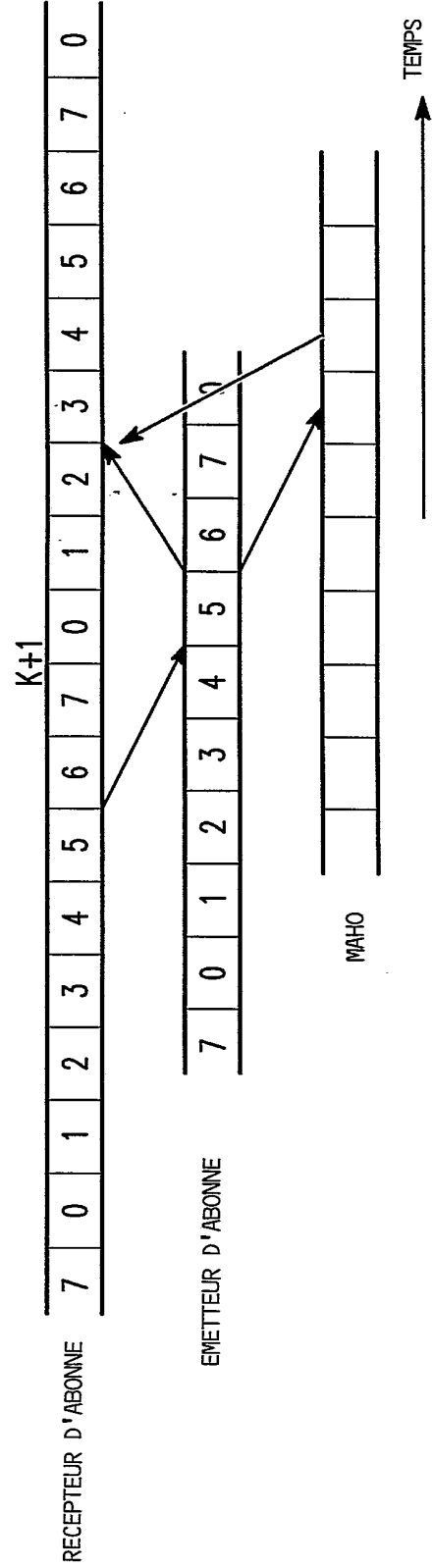
TRANCHE INITIALE	K	K+1	K+2	K+3	K+4	K+5	K+6	K+7
0	0	2	4	6	7	5	3	1
1	1	0	2	4	7	3	5	3
2	2	4	6	7	5	1	1	0
3	3	1	0	2	4	6	7	5
4	4	1	6	3	7	5	1	0
5	5	6	3	7	5	1	0	2
6	6	7	5	3	1	0	2	4
7	7	5	3	1	0	2	4	6

FIG. 3

1/2

TRANCHE INITIALE	K	K+1	K+2	K+3	K+4	K+5	K+6	K+7	K+8	K+9	K+10	K+11	K+12	K+13	K+14	K+15
0	0	2	4	2	4	2	6	4	7	6	5	7	3	5	1	3
1	1	0	4	0	2	6	4	4	7	5	7	3	5	1	3	0
2	2	4	1	4	1	6	7	2	5	4	3	6	1	7	0	5
3	3	4	1	6	3	7	5	3	2	3	2	1	0	6	2	7
4	4	5	6	3	7	5	1	0	1	2	1	4	0	2	4	6
5	5	6	7	5	1	3	1	0	0	1	4	0	6	2	7	4
6	6	7	5	3	1	0	3	1	0	0	2	2	4	6	4	6
7	7	5	3	1	0	3	1	0	0	2	2	4	4	4	6	6

FIG. 4



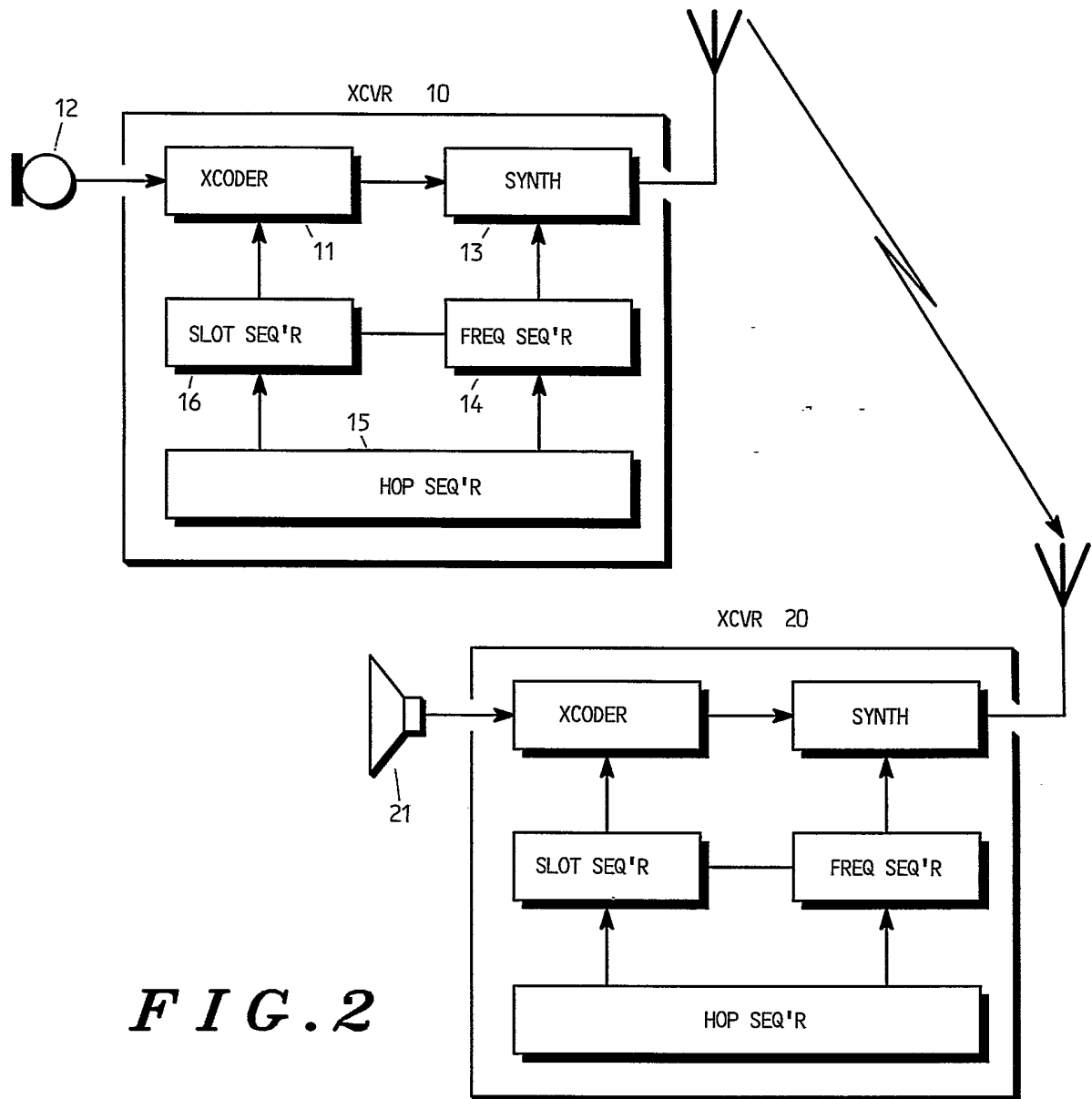


FIG. 2