

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 303 069 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
14.12.2005 Bulletin 2005/50

(51) Int Cl.7: **H04K 3/00**

(21) Numéro de dépôt: **02292481.5**

(22) Date de dépôt: **08.10.2002**

(54) **System for the generation of jamming signals**

System für die Erzeugung von Störsignalen

Système pour générer des signaux de brouillage

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(30) Priorité: **09.10.2001 FR 0112976**

(43) Date de publication de la demande:
16.04.2003 Bulletin 2003/16

(73) Titulaire: **Thales
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Brunet, Daniel, Thales Intellectuel Property
94117 Arcueil Cedex (FR)**

• **Garreau, Frédéric, Thales Intellectuel Property
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(74) Mandataire: **Dudouit, Isabelle
Marks & Clerk France
31-33 Avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**EP-A- 0 082 055 FR-A- 2 573 216
FR-A- 2 589 655**

EP 1 303 069 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] L'invention concerne le domaine des communications où certains postes doivent se trouver en liaison avec des postes dits « amis » et être inaccessibles pour des postes dits « ennemis ».

[0002] L'art antérieur divulgue différents procédés et dispositifs de génération d'un signal de brouillage, conçus pour lutter efficacement contre les postes à évocation de fréquence rapides ou EVF (en termes anglo-saxon de Hopping Frequency), par exemple, supérieur à 100 sauts par seconde, tout en aménageant des sous bandes protégées pour les communications dites « amies ». La génération de sous-bandes permet de plus de concentrer le signal de brouillage et de gagner en efficacité.

[0003] Les figures 1 et 2 représentent la génération d'un signal selon l'art antérieur et les figures 3 et 4 un exemple d'une architecture d'un système.

[0004] Sur la figure 1 est représenté un signal de brouillage dans un diagramme, fréquence, f , axe des abscisses - amplitude, A , (énergie émise dans une bande de fréquence), axe des ordonnées. Ce signal est à large bande et comporte des plages fréquentielles brouillées, F_B , dites sous-bandes utiles, des plages non-brouillées, F_{NB} , dites sous-bandes protégées, qui séparent les sous-bandes utiles. Ce signal de brouillage peut se résumer à une somme de raies dans les sous-bandes à brouiller comme le représente la figure 2.

[0005] La figure 3 schématise un exemple d'architecture existante selon l'art antérieur d'une carte CHIRP adaptée à générer un signal de brouillage. Le signal de brouillage est généré numériquement par un processeur DSP (Digital Signal Processing) et est stocké dans une « burst RAM ». Cette mémoire peut contenir au maximum 10 signaux de brouillage différents. Pendant les phases de brouillage, une des dix formes d'onde de brouillage stockée dans la burst RAM est lue en boucle et les échantillons sont envoyés par le CNA vers un ensemble d'émission de signal de brouillage (non représenté pour des raisons de clarté). Pendant cette phase de brouillage, le DSP ne peut avoir accès à la mémoire burst RAM. Réciproquement, lorsque le DSP accède à cette mémoire, aucun signal de brouillage ne peut être généré.

[0006] La figure 4 représente le synoptique d'un système correspondant à la carte de la figure 3 comportant un poste EVF 1 équipé d'une antenne 2, le poste est en liaison avec un dispositif 3 ou brouilleur auquel il fournit la loi de fréquence. Le brouilleur est pourvu d'une carte chirp 4 adaptée à générer un signal de brouillage S_b de faible puissance par exemple qui est transmis à un amplificateur de puissance 5 afin de produire un signal de brouillage S_B de forte puissance au niveau de l'antenne 7. La carte chirp 4 est en liaison avec le poste EVF par l'intermédiaire d'un BUS de contrôle de l'amplificateur et des protections radio et d'un dispositif de découplage 6 ayant notamment pour fonction d'isoler l'antenne 2, protection radio pour le poste EVF.

[0007] Les dispositifs et méthodes proposés dans l'art antérieur présentent toutefois comme inconvénients de brouiller également les signaux EVF amis.

[0008] Le brevet FR-A-2 573 216 décrit un dispositif comprenant plusieurs émetteurs/récepteurs et dans lequel plusieurs fréquences de service sont utilisées en permanence. Le dispositif comporte dans l'émetteur un commutateur, programmé d'avance ou bien télécommandé depuis un poste central, qui permet d'émettre des signaux de brouillage pendant les pauses de conversation de fréquences.

[0009] L'objet de la présente invention concerne notamment un système où le brouilleur est synchronisé avec un poste ami, temporellement et/ou fréquentiellement.

[0010] Un autre objet est de fournir un système offrant une capacité de mémorisation plus importante pour les lois de fréquence utilisées que celle des systèmes de l'art antérieur.

[0011] L'objet de l'invention concerne un dispositif pour générer des signaux de brouillage comportant au moins un brouilleur adapté à générer au moins un signal de brouillage, plusieurs postes EVF communiquant entre eux au sein d'un même réseau, caractérisé en ce que le brouilleur est pourvu d'une carte chirp pour générer des signaux de brouillage et des données de contrôle vers un poste EVF, la carte chirp comportant une interface de communication pour raccorder un poste EVF ami à la carte chirp afin d'assurer la synchronisation entre les deux.

[0012] Le poste ami est par exemple synchronisé en fréquence et/ou en temps avec le brouilleur.

[0013] Il comporte par exemple un dispositif de protection radio disposé entre le poste EVF et son antenne et relié au brouilleur.

[0014] Le brouilleur peut comporter un processeur pour déterminer les signaux de brouillage à sous-bande protégée.

[0015] Le brouilleur est par exemple pourvu d'une mémoire stockant des formes d'onde de signaux de brouillage et d'une interface de communication.

[0016] L'interface de communication peut être une liaison série.

[0017] Les informations échangées entre le poste EVF et la carte chirp sont par exemple les paramètres de fréquence issus de la loi de fréquence, les paramètres de synchronisation en temps et en fréquence et le contrôle émission-réception.

[0018] L'invention présente notamment les avantages suivants :

- le type de brouillage coopératif permet de protéger et de dissimuler une communication dite amie de type EVF au milieu d'un signal de brouillage très large bande.
- un nombre plus important de lois de fréquence peut être mémorisé.

[0019] La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description donnée à titre illustratif et nullement limitatif et des figures s'y rapportant qui représentent :

- Les figures 1 et 2 des signaux de brouillage habituellement générés,
- Les figures 3 et 4 un exemple d'architecture hardware et un schéma bloc d'un système selon l'art antérieur,
- Les figures 5 et 6 des séquences de fonctionnement d'un système EVF,
- La figure 7 un synoptique d'interaction au niveau système entre le poste à protéger et le dispositif de génération de signal,
- La figure 8 le principe mis en oeuvre par le procédé selon l'invention,
- Les figures 9 et 10 un exemple de réalisation matériel du dispositif selon l'invention,
- La figure 11 un synoptique du fonctionnement du dispositif selon l'invention,
- La figure 12 un exemple d'algorithme d'émission d'un signal de brouillage,
- Les figures 13, 14 et 15 différentes formes d'onde.

[0020] Avant d'expliciter les particularités du dispositif et du procédé de brouillage coopératif selon l'invention, la description rappelle tout d'abord certaines contraintes de fonctionnement des postes EVF utilisés.

[0021] Dans le cadre d'un exemple donné à titre illustratif et nullement limitatif, la figure 5 considère une répartition avec 3 postes EVF dans le même réseau, c'est-à-dire dans un ensemble constitué par plusieurs sous-bandes de fréquences et plusieurs clés de chiffrement, ceci étant connu de l'Homme du métier. Sur ces 3 postes, l'un est considéré comme maître du réseau, le poste N°1, les autres sont considérés comme des esclaves, le poste N°2 et le poste N°3. Le poste maître sert de référence temporelle pour tous les postes esclaves et joue de fait un rôle majeur dans le fonctionnement du brouillage coopératif, objet de la présente invention.

[0022] Lors de l'initialisation du réseau, le poste maître émet une séquence particulière afin de synchroniser en fréquence et en temps, les postes esclaves. Après synchronisation, les postes sont capables de communiquer entre eux.

[0023] La figure 5 représente différentes séquences F_i , ($F_1, \dots, F_9, \dots$) émises par le poste maître N°1 et par les postes esclaves N°2 et N°3 dans un état de réception, qui se synchronisent respectivement sur les séquences F_4 et F_5 . A partir de la séquence F_8 , par exemple, les 3 postes sont synchronisés, en temps et en fréquence et ont la possibilité de communiquer les uns avec les autres.

[0024] Si aucun poste n'émet au bout d'un certain temps, chaque poste du réseau va passer dans une loi de saut plus lente car la précision de l'horloge interne des postes ne permet pas de conserver une synchronisation temporelle précise si le maître n'émet pas de temps en temps. Chaque poste du réseau va conserver sa propre base de temps qui dérive lentement par rapport à la base de temps du poste maître.

[0025] La figure 6 montre la désynchronisation d'un réseau EVF, une émission du poste N°3 et une émission du poste maître permettant la resynchronisation de l'ensemble, qui apparaît comme un paramètre important dans la phase de brouillage coopératif. En effet, c'est le poste maître du réseau connecté au brouilleur qui donne la base de temps absolu. Au niveau système, le brouilleur devra donc effectuer des arrêts de brouillage et forcer le poste maître à émettre pour re-synchroniser le réseau.

[0026] Les diagrammes temporels de cette figure 6 représentent, du haut vers le bas de la figure et pour chaque poste, la loi de saut interne au poste, la loi de saut lente en « écoute » pour la resynchronisation, l'émission-réception du poste.

[0027] Les références t_{1-2} et t_{1-3} correspondent respectivement au temps d'avance du poste 2 sur le maître et du poste 3 sur le maître.

[0028] Le point T_{1-2} correspond au recalage temporel des postes N° 1 et N°2 sur la base de temps du poste N°3, uniquement pendant la phase d'émission du poste N°3.

[0029] Sur l'émission E_m du poste maître, les postes N°1 et N°2 resynchronisent leur base de temps sur la base de temps du poste maître.

[0030] Cette figure montre clairement que, si le réseau est dans un état désynchronisé, le poste N° 3 aura ses paliers totalement brouillés et le poste N° 2 aura ses paliers EVF brouillés en partie.

[0031] La figure 7 montre l'interaction au niveau système entre le brouilleur et le poste EVF maître du réseau à protéger. Les axes temporels supérieurs correspondent aux séquences temporelles pour le contrôle du poste EVF maître, pour le contrôle de la protection antenne du poste EVF, et l'axe inférieur pour le brouillage.

Séquences dans le temps

[0032] Les séquences temporelles s'enchaînent selon les schémas suivants :

5 Au niveau du contrôle du poste EVF

[0033] L'opérateur sélectionne par exemple le début du brouillage coopératif, P_1 , puis le logiciel d'exploitation du brouilleur réalise le début de synchronisation du réseau EVF, P_2 , P_3 correspond au maintien du poste maître en émission pour conserver la loi de saut rapide (le poste émet « dans le vide » puisque pendant le brouillage il est déconnecté de l'antenne et mis en charge), une nouvelle loi de synchro est lancée, P_4 , et le brouillage est arrêté par exemple par l'opérateur à la fin de la période P_5 .

Contrôle de la protection antenne du poste EVF

[0034] L'antenne se trouve dans un état indifférent, A_1 , il y a ensuite émission sur l'antenne, A_2 , A_3 correspond ensuite à la phase de brouillage avec une émission mis sur charge, A_4 une période d'émission sur antenne, A_5 à une nouvelle phase de brouillage correspondant par exemple à une nouvelle synchro lancée et A_6 au retour dans un état indifférent de l'antenne, après l'arrêt de brouillage lancé par l'opérateur.

20 Brouillage

[0035] Les séquences de brouillage B_1 , B_2 correspondent par exemple aux périodes de calcul du CHIRP et à une synchronisation coopérative, B_3 au brouillage coopératif, B_4 à la synchronisation coopérative, B_5 à une nouvelle période de brouillage coopératif.

[0036] La période de brouillage coopératif correspond au temps maximum autorisé entre deux plans de resynchronisation du réseau EVF. Ce temps dépend de la stabilité de l'horloge des postes utilisés, soit le temps qu'il faut à deux postes pour se désynchroniser d'un demi-palier. Au-delà, le procédé considère que le signal est complètement brouillé.

[0037] Le fonctionnement des différentes séquences est mis en oeuvre par exemple de la manière décrite ci-après :

- Avant l'instant T_s (début de synchronisation), l'antenne est dans un état indifférent, A_1 , et le brouillage dans une phase, B_1 , de calcul du chirp, i.e. déterminer la loi de fréquence qui va être appliquée.
- A l'instant T_s , il y a émission sur l'antenne du signal pendant un intervalle de temps B_2 correspondant à la synchronisation coopérative du brouillage,
- A la fin de la période de synchronisation qui correspond sur la figure à la fin de l'intervalle de temps T_m , la phase de brouillage commence, et se traduit par le maintien du poste maître en émission pour conserver la loi de saut rapide et brouillage coopératif, P_3 , l'émission de l'antenne sur charge, A_3 .

[0038] Le poste EVF « émet » dans le vide puisque pendant le brouillage il est déconnecté de l'antenne et mis sur charge. Le brouillage coopératif correspond au temps maximum autorisé entre deux phases de resynchronisation du réseau EVF. Ce temps dépend de la stabilité de l'horloge des postes utilisés, soit le temps qu'il faut à deux postes pour se désynchroniser d'un demi palier. Au-delà, le signal est considéré comme étant complètement brouillé.

[0039] Puis à un nouvel instant T_{S2} , une nouvelle synchro est lancée par le logiciel de haut niveau.

[0040] Le principe du dispositif objet de l'invention ou « chirp coopératif », est de pouvoir faire communiquer un poste EVF dit « ami » au milieu du signal de brouillage. Pour ce faire, il est nécessaire de transmettre au brouilleur la loi de saut de fréquence du réseau à protéger afin de générer une sous bande protégée pendant la durée d'un palier. Un poste à N sauts par seconde est représenté par la durée du palier T_{palier} et la durée du GAP T_{inter} et $N = [1/(T_{\text{palier}} + T_{\text{inter}})]$.

[0041] La figure 8 représente dans un diagramme temps-fréquence, le principe du brouillage coopératif qui est applicable par exemple en phase de déploiement d'une force projetée.

[0042] On considère deux paramètres T_{palier} qui correspond à la durée d'un palier d'émission à une fréquence donnée et T_{inter} à la durée du GAP séparant deux paliers.

[0043] Pendant la durée T_{palier} , le poste EVF ami émet dans une sous-bande protégée F_1 , F_2 , F_3 , F_4 . Par exemple pour le premier palier la fréquence correspond à F_1 . Au cours de la durée interpalier, T_{inter} , le chirp va déterminer, en allant chercher dans la mémoire (SRMAN ou burst RAM) la fréquence à protéger pour le palier suivant, pour le deuxième palier la fréquence F_2 . Le procédé selon l'invention permet d'obtenir la synchronisation entre le poste EVF ami et le brouilleur afin notamment qu'il y ait correspondance entre la durée d'émission du signal de brouillage et la durée d'émission du poste EVF. Le diagramme de la partie supérieure de la figure 8 traduit la distinction des signaux S_{ami} et les signaux de brouillage S_B .

[0044] Le diagramme de la partie inférieure de la figure 8 montre la superposition des signaux émis S_{ennemi} par un

poste ennemi et les signaux de brouillage S_B . Les différentes sous-bandes F_{ennemi} , d'émission ennemie, chevauchent au moins les sous-bandes F_B d'émission du signal de brouillage, en fréquence et dans le temps. Le réseau EVF dit « ennemi » n'étant synchronisé ni temporellement ni fréquentiellement avec le réseau EVF ami, il reste brouillé.

[0045] En résumé, le procédé selon l'invention comporte par exemple les étapes suivantes :

- a) émettre un signal de synchronisation entre les postes amis,
- b) pendant une durée palier T_{palier} , émettre une information émission-réception du poste ami relié au dispositif de brouillage afin de synchroniser les émissions du signal de brouillage et du système de synchronisation,
- c) sélectionner parmi un ensemble de formes d'ondes, la forme d'onde correspondant à la fréquence F_i à protéger,
- d) émettre un signal de brouillage protégeant la fréquence F_i (à l'aide du poste relié au brouilleur) pendant une durée palier T_{palier} ,
- e) simultanément sélectionner la forme d'onde correspondant à la fréquence F_{i+1} à protéger.

[0046] L'ensemble des formes d'onde est par exemple obtenu par un calcul préalable au fonctionnement du dispositif et stocké dans une base de données.

[0047] La figure 9 donne un exemple de réalisation d'un dispositif selon l'invention comportant un chirp coopératif. Les éléments identiques à ceux de la figure 4 portent les mêmes références.

[0048] Le dispositif comporte un poste EVF 1 équipé d'une antenne 2. Le poste EVF est en liaison avec un brouilleur 3 pourvu d'une carte chirp coopératif 4 ayant notamment pour fonction de générer un signal de brouillage de faible puissance S_b , des données de contrôle D vers le poste EVF et la protection radio 8 disposée entre l'antenne 2 et le poste EVF. La carte chirp reçoit du poste EVF les informations I_{sync} pour la synchronisation en fréquence et dans le temps. Comme il a été indiqué à la figure 3, le signal de brouillage S_b faible puissance est transmis à un amplificateur de puissance 5 afin de produire le signal S_B de brouillage de puissance suffisante à l'antenne 7 du brouilleur.

[0049] Le dispositif comporte des moyens adaptés, tels qu'un processeur, pour calculer les signaux de brouillage à sous-bande protégée. Après une phase d'interception (réception), l'opérateur identifie les bandes de fréquences utilisées par les postes EVF amis et ennemis. Il peut ainsi à l'aide du logiciel d'exploitation du brouilleur programmer les bornes des bandes EVF à brouiller, puis éventuellement les bornes des bandes de fréquences à protéger; ensuite, il active le mode Chirp coopératif (brouillage) : le module chirp calcule les menaces, ou formes d'onde de brouillage à émettre en fonction des bandes à brouiller et des fréquences à protéger.

[0050] L'information de fréquences est par exemple constituée d'un train de bits envoyé par le poste EVF représentatif du saut de fréquence $n+1$. On dispose aussi d'un signal « horloge », d'un signal « enveloppe du train binaire » et d'un signal "enveloppe EVF" qui est représentatif des phases émission -réception du poste EVF.

[0051] Un exemple d'architecture matérielle de la carte CHIRP est donné à la figure 10. Elle comporte en plus des éléments donnés à la figure 3 une SRAM permettant notamment de mémoriser un nombre de courbes différentes, par exemple jusqu'à 78 courbes, en plus des 10 courbes mémorisées dans la burst RAM. Elle comporte de plus une interface de communication ayant notamment pour fonction de raccorder un poste EVF ami à la carte chirp, afin d'assurer la synchronisation temporelle et fréquentielle entre les deux.

[0052] Le fonctionnement d'une telle carte est par exemple le suivant. Le signal de brouillage est généré numériquement par le processeur DSP, et est stocké dans la 'burst RAM'. Cette mémoire peut contenir au maximum 10 signaux de brouillage différents. Quand le DSP accède à cette mémoire, aucun signal de brouillage ne peut être généré. Pendant les phases de brouillage, une des 10 formes d'onde de brouillage stockées dans la burst RAM est lu en boucle, et les échantillons sont envoyés vers le CNA. Pendant cette phase de brouillage, le DSP ne peut avoir accès à la mémoire burst RAM. Le démultiplexeur permet de générer un signal à 250 MHz, car le débit de la mémoire n'est que de 125 MHz. Un CNA en sortie convertit les signaux numérique en analogique (10 bits dans cet exemple). La Flash EPROM permet de stocker le programme. A l'initialisation, le programme dans cette 'ROM' sera chargé dans le DSP. Le rôle des EPLD est essentiellement celui de contrôleur, et de gestion mémoire (autorisation de lecture / écriture dans la BURST RAM). Ainsi pendant la phase de brouillage, le DSP peut calculer d'autres formes d'onde qui seront stockées dans la SRAM, cette dernière ayant une capacité beaucoup plus élevée, 512 kmots de 32 bits. Lors d'un changement de fréquence à protéger, seul un transfert des données précalculées aura lieu. Les menaces avec les protections adéquates seront transmises pendant un arrêt brouillage dans la Burst RAM.

[0053] L'interface entre le poste EVF et le CHIRP coopératif se présente par exemple sous la forme d'une liaison série entre le module CHIRP du récepteur exciteur du brouilleur et la sortie auxiliaire du poste EVF. Dans certaines applications, cette sortie sert, par exemple, à transmettre les informations de fréquences à un amplificateur complémentaire. Ceci permet notamment d'adapter l'entrée du module chirp à différents niveaux logiques de l'information de fréquences.

[0054] Les paramètres de synchronisation transitent par le circuit interface du chirp. La commande émission/réception est gérée par le module d'exploitation du récepteur excitateur (logique enfoui temps réel par exemple). Ce module d'exploitation génère également les signaux de contrôle de l'amplificateur et des protections radio.

[0055] En résumé les informations échangées entre le chirp et le poste à évacuation de fréquence sont les suivantes :

- Les paramètres de fréquence issus de la loi de fréquence,
- Les paramètres de synchronisation, en fréquence et en temps,
- Le contrôle émission-réception.

La figure 11 donne un exemple d'algorithme de fonctionnement en temps réel du chirp coopératif, ceci sur 4 diagrammes fréquence-temps, détaillés en considérant la figure du haut vers le bas.

- Le diagramme supérieur correspond aux séquences d'émission du poste EVF ami réparties dans le temps. Le poste EVF ami émet à 4 fréquences F_1 , F_2 , F_3 et F_4 pendant quatre paliers T_{palier} de durée identique ou sensiblement identique par exemple, les paliers étant séparés par un intervalle T_{inter} .
- Le deuxième diagramme représente le signal Frame émis par le poste EVF relié au brouilleur, qui correspond à la logique d'information correspondant à l'émission et à la non-émission.
- Le troisième diagramme représente l'information de fréquence reçue pendant les intervalles inter-paliers par le module CHIRP.
- Le quatrième diagramme représente l'activité du brouilleur. Pendant la durée du premier palier, le brouilleur émet pour protéger la forme d'onde pour la fréquence F_1 . le chirp calcule la forme d'onde B_{F_x} avec une protection centrée sur la fréquence d'émission F_x pour le palier suivant, puis pendant l'intervalle T_{inter} , le brouilleur modifie la valeur de la fréquence de F_1 en F_2 , et ainsi de suite, selon le schéma par exemple donné à la figure 11.

[0056] La forme d'onde peut être générée par différentes méthodes. La figure 12 représente un exemple d'algorithme pour générer une forme d'onde.

[0057] Le signal S_1 émis est un signal temporel d'une durée de 40 μs , soit environ 20 000 échantillons pour une fréquence d'échantillonnage de 250 MHz. Ce signal représente une rampe de tension à sauts, qui est transmis à l'entrée d'un modulateur en fréquence 10. En sortie de ce modulateur, le signal obtenu est un signal temporel (spectre 1) d'une durée de 40 μs qui représente le signal de brouillage 5, avant les corrections permettant d'obtenir des protections en fréquence supérieures. Le signal est transmis à une FFT, 11, produisant un signal fréquentiel complexe, 20 000 échantillons, représentés par exemple sous la forme de couples amplitude/phase. Ce signal représente le signal de brouillage avant les corrections. Le signal après correction au moyen d'un dispositif approprié, 12, correspond par exemple à un signal fréquentiel complexe de 20 000 échantillons par exemple représenté sous la forme d'un couple Amplitude/Phase (spectre 2). Ce signal représente le signal de brouillage corrigé qui est transmis à un dispositif 13 IFFT (transformation de Fourier inverse ou en termes anglo-saxons Inverse Fast Fourier Transform) afin d'obtenir le signal de brouillage final de 20 000 échantillons.

[0058] La figure 13 correspond à un zoom spectral de la forme d'onde de brouillage. En mémorisant les couples amplitude/phase ainsi que le signal final, il existe une possibilité de supprimer de façon sélective n'importe quelle raie du signal de brouillage et de générer ainsi des protections très étroites.

[0059] Sur la figure 13, dans la bande de protection, on note une suppression de la raie de brouillage F_1+2000 kHz, dans le diagramme représenté dans la partie supérieure. Le trou ainsi généré suit le poste EVF et on note une évolution dans le temps (représentée par les deux diagrammes situés dans la partie inférieure de cette figure) du trou qui correspond respectivement à la suppression de la raie de brouillage F_1+350 kHz et F_1+850 kHz. Les différentes raies représentées sur cette figure sont espacées de 25 kHz.

[0060] Une telle méthode présente néanmoins certains inconvénients résultant de la non linéarité du système d'amplification qui va produire des raies d'intermodulation qui vont reboucher les protections effectuées.

[0061] Cet effet est traduit à la figure 14 qui montre la présence de raies d'amplitude inférieure aux raies de F_1 et qui sont positionnées dans les trous générés à la figure 13.

[0062] Une des solutions pour remédier à ce problème consiste par exemple à augmenter la taille des protections, c'est-à-dire la largeur des protections pour garantir une absence de signal de brouillage suffisante. Ceci est réalisé en tenant compte des compromis suivants :

- La taille de la SRAM,
- La dynamique dans des protections,
- L'efficacité de brouillage.

[0063] Le principe utilisé consiste à déterminer toutes les possibilités de menace ou le plus grand nombre possible et les stocker dans la SRAM. Connaissant ces paramètres il n'y aura plus qu'à commuter d'une menace à l'autre. Le module chirp exécute ces calculs.

[0064] La taille de la SRAM dimensionne le nombre de menaces total que l'on peut pré-calculer. La dynamique dans les protections est imposée par le système d'amplification et impose une largeur de trou minimum. L'efficacité de brouillage est imposée par le système d'amplification et impose une largeur de trou minimum. L'efficacité de brouillage

EP 1 303 069 B1

sera maximum pour une protection ou trou de largeur minimale dans le signal de brouillage.

[0065] L'exemple détaillé ci-après illustre ce principe :

- La SRAM est une SRAM de 128 kmots de 32 bits ($1024 \times 128 = 131\,072$ mots),
- Les formes d'onde de brouillage font 20 000 échantillons de 10 bits, ce qui permet de stocker 19 courbes,
- Le système d'amplification impose des trous d'une largeur minimale de 300 kHz afin de garantir une protection effective de largeur de 50 kHz.

[0066] Si on souhaite brouiller avec menace de largeur 5 MHz, pour effectuer tous les cas possibles, il faudrait 100 courbes différentes ($5\text{MHz}/50\text{ kHz} = 100$). Ne disposant que de 19 courbes le procédé place 6 protections par courbe pour tenir les contraintes. Dans ce cas, on note une perte en efficacité de brouillage car à un instant t , pour protéger une fréquence il existe 5 protections inutiles. Une des solutions consiste à augmenter la taille de la SRAM pour améliorer les performances.

[0067] La figure 15 représente différentes formes d'onde dans un diagramme amplitude-fréquence et leur évolution dans le temps.

[0068] Les données des tableaux 1 et 2 ont été obtenues pour un module chirp possédant une SRAM de 512 K par mots de 32 bits. Le CNA étant sur 10 bits, il est possible d'optimiser des données en mettant 3 échantillons par mot. On arrive à stocker au total 1572864 échantillons.

[0069] Une menace en canalisation de 12.5 KHz nécessite 20 000 échantillons, la SRAM permet ainsi de mémoriser au maximum 78 menaces.

[0070] Le tableau 1 donne le temps de calcul pour une menace.

Canalisation kHz	Pour une seule sous bande (ms)	Pour 20 sous bandes (ms)
50	51	52
25	103	104
12.5	210	211

[0071] Sur un ordre de départ en brouillage, si le module pré-calculé les 78 menaces à 12.5 KHz de canalisation, le temps d'attente est de 16 secondes.

[0072] La problématique est donc de répartir les protections sur la menace, en fonction de la largeur des trous. Pour cela, on prend en compte la largeur effective de la menace (ex : [30,31] [80,85] donne une largeur effective de 6 MHz).

[0073] Dans le cas de menaces très larges, il existe par exemple deux possibilités :

Elargir les sous bandes protégées, la protection devient alors visible,

Positionner deux sous-bandes protégées par courbe, la largeur du trou est raisonnable.

[0074] Le tableau 2 donne la répartition des protections en fonction de la largeur de la menace et dans l'hypothèse où on a positionné les deux sous-bandes protégées par courbe.

[0075] Les données de ce tableau dépendent notamment du temps de calcul des courbes et de la taille de la SRAM.

Tableau 2

largeur effective de la menace (MHz)	Nbre de protections par menace	Protection réelle (kHz)	Protection effective (kHz)
[0-3,850[	1	300	50
[3,850-10,395[	1	400	135
[10,395-15,4[	1	500	200
[15,4-26,180[	1	600	340
[26,180-52,360[	2	600	340
[52,360-60,00[	2	800	400

Revendications

- 5 1. Dispositif pour générer des signaux de brouillage comportant au moins un brouilleur adapté à générer au moins un signal de brouillage, plusieurs postes EVF communiquant entre eux au sein d'un même réseau, **caractérisé en ce que** le brouilleur est pourvu d'une carte chirp pour générer des signaux de brouillage et des données de contrôle vers un poste EVF, la carte chirp comportant une interface de communication pour raccorder un poste EVF ami à la carte chirp afin d'assurer la synchronisation entre les deux.
- 10 2. Dispositif selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** le poste ami est synchronisé en fréquence et/ou en temps avec le brouilleur.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2 **caractérisé en ce qu'il** comporte un dispositif de protection radio disposé entre le poste EVF et son antenne et relié au brouilleur.
- 15 4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** le brouilleur comporte un processeur pour déterminer les signaux de brouillage à sous-bande protégée.
5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4 **caractérisé en ce que** le brouilleur est pourvu d'une mémoire stockant des formes d'onde de signaux de brouillage et d'une interface de communication.
- 20 6. Dispositif selon la revendication 5 **caractérisé en ce que** l'interface de communication est une liaison série.
7. Dispositif selon l'une des revendications 5 et 6 **caractérisé en ce que** les informations échangées entre le poste EVF et la carte chirp sont les paramètres de fréquence issus de la loi de fréquence, les paramètres de synchronisation en temps et en fréquence et le contrôle émission-réception.
- 25

Patentansprüche

- 30 1. Vorrichtung zur Erzeugung von Störsignalen, die mindestens einen Störgeräuschgenerator aufweist, der ausgelegt ist, um mindestens ein Störsignal zu erzeugen, wobei mehrere EVF-Stationen (Evasion de fréquence - Frequenzsprung) innerhalb eines gemeinsamen Netzes miteinander kommunizieren, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Störgeräuschgenerator mit einer Chirp-Karte versehen ist, um Störsignale und Überwachungsdaten zu einer EVF-Station zu erzeugen, wobei die Chirp-Karte eine Kommunikationsschnittstelle aufweist, um eine
- 35 Freund-EVF-Station mit der Chirp-Karte zu verbinden, um die Synchronisation zwischen beiden zu gewährleisten.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Freund-Station mit dem Störgeräuschgenerator frequenz- und/oder zeitsynchronisiert ist.
- 40 3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie eine Funkschutzvorrichtung aufweist, die zwischen der EVF-Station und ihrer Antenne angeordnet und mit dem Störgeräuschgenerator verbunden ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Störgeräuschgenerator einen
- 45 Prozessor aufweist, um die Störsignale mit geschütztem Unterfrequenzbandbereich zu bestimmen.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Störgenerator mit einem Speicher, der Störsignal-Wellenformen speichert, und mit einer Kommunikationsschnittstelle versehen ist.
- 50 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kommunikationsschnittstelle eine Serienv Verbindung ist.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 und 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zwischen der EVF-Station und der Chirp-Karte ausgetauschten Informationen die Frequenzparameter, die vom Frequenzgesetz stammen, die Zeit- und Frequenz-Synchronisationsparameter und die Sende-Empfangs-Überwachung sind.
- 55

Claims

1. Device for generating jamming signals, which comprises at least one jammer designed to generate at least one jamming signal, several HF (hopping frequency) stations that communicate with one another within the same network, **characterized in that** the jammer is provided with a chirp card in order to generate jamming signals and control data to an HF station, the chirp card comprising a communication interface for connecting a friendly HF station to the chirp card so as to ensure synchronization between the two.
2. Device according to Claim 1, **characterized in that** the friendly station is synchronized in frequency and/or in time with the jammer.
3. Device according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** it comprises a radio protection device that is placed between the HF station and its antenna and is connected to the jammer.
4. Device according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the jammer comprises a processor for determining the protected-sub-band jamming signals.
5. Device according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the jammer is provided with a memory for storing jamming signal waveforms and with a communication interface.
6. Device according to Claim 5, **characterized in that** the communication interface is a serial link.
7. Device according to either of Claims 5 and 6, **characterized in that** the information exchanged between the HF station and the chirp card comprises the frequency parameters deriving from the frequency law, the time and frequency synchronization parameters and the transmit/receive control.

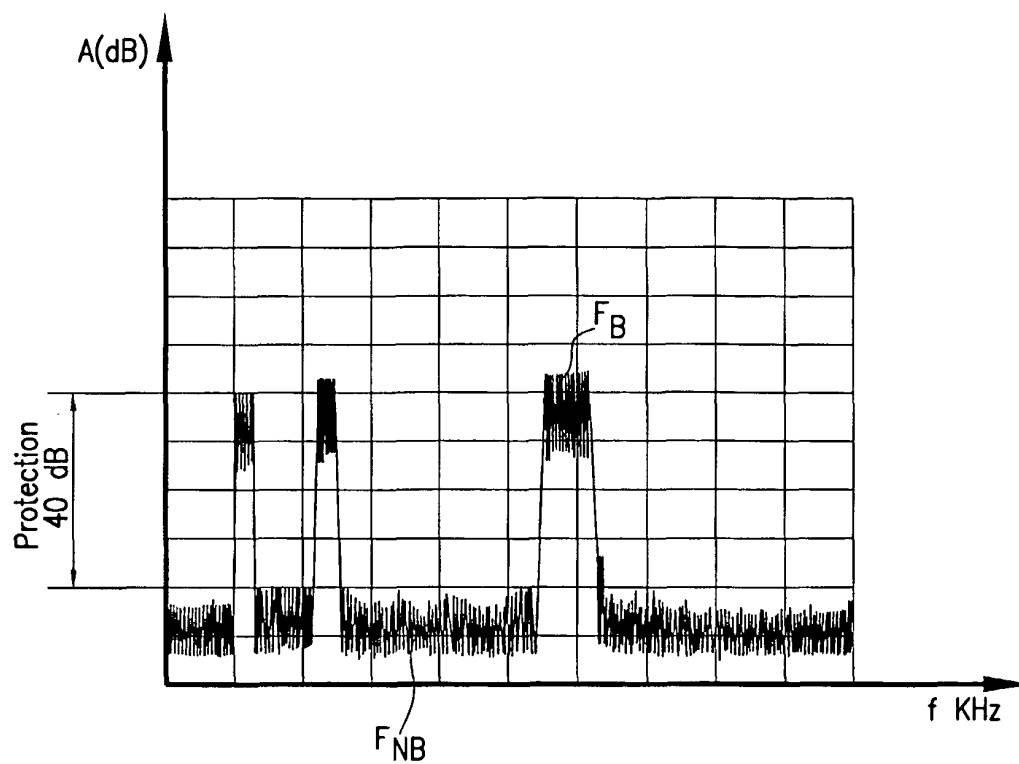


FIG. 1

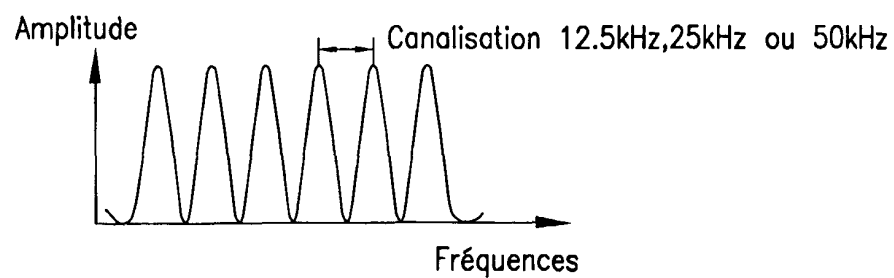
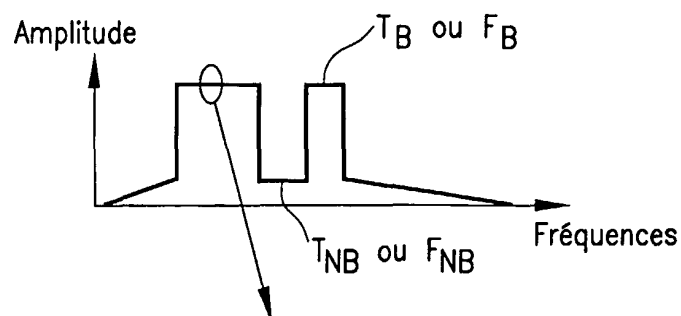


FIG. 2

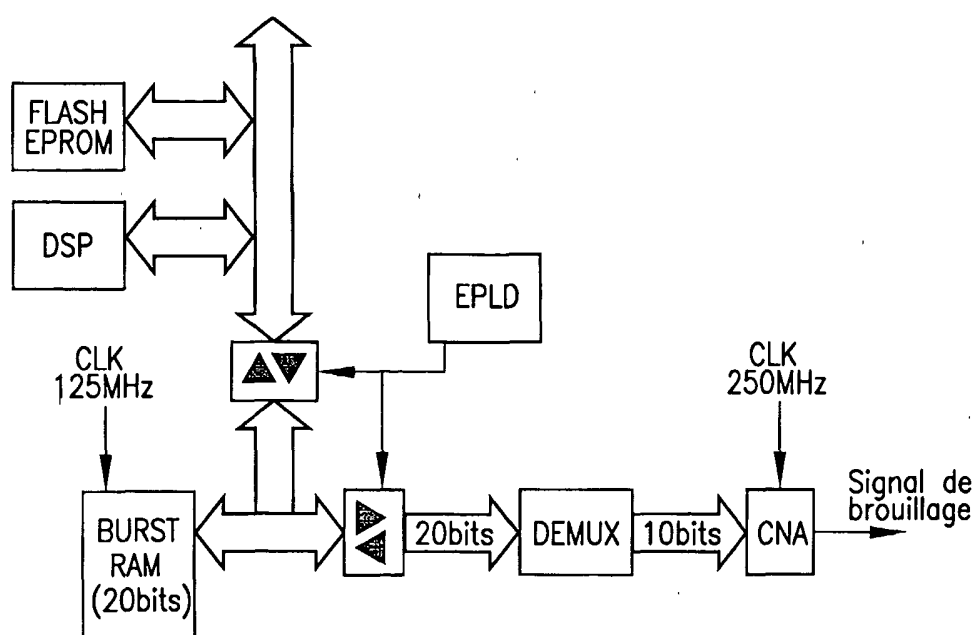


FIG.3

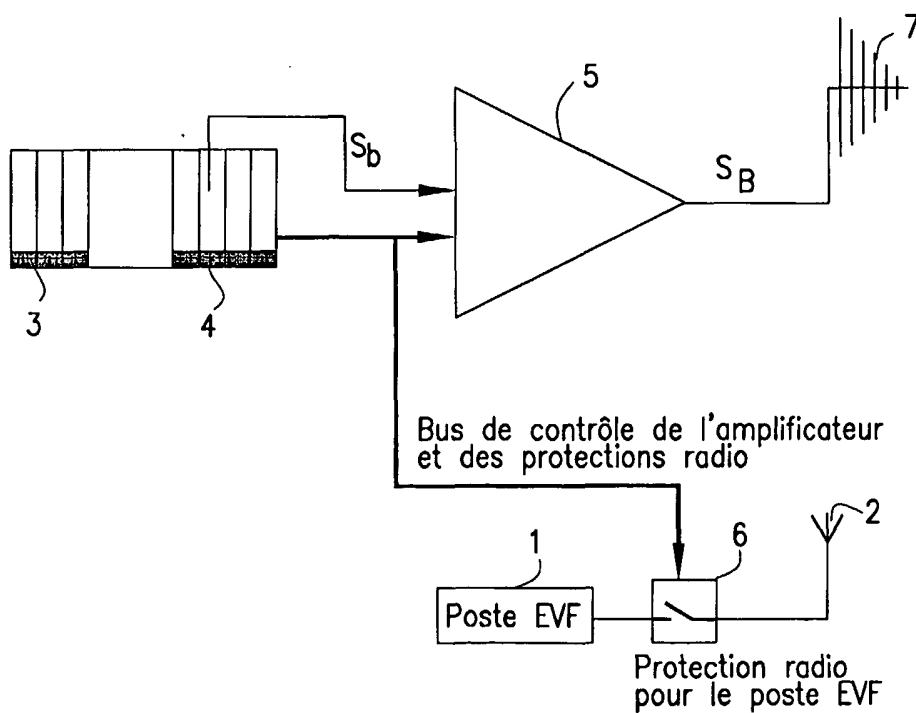


FIG.4

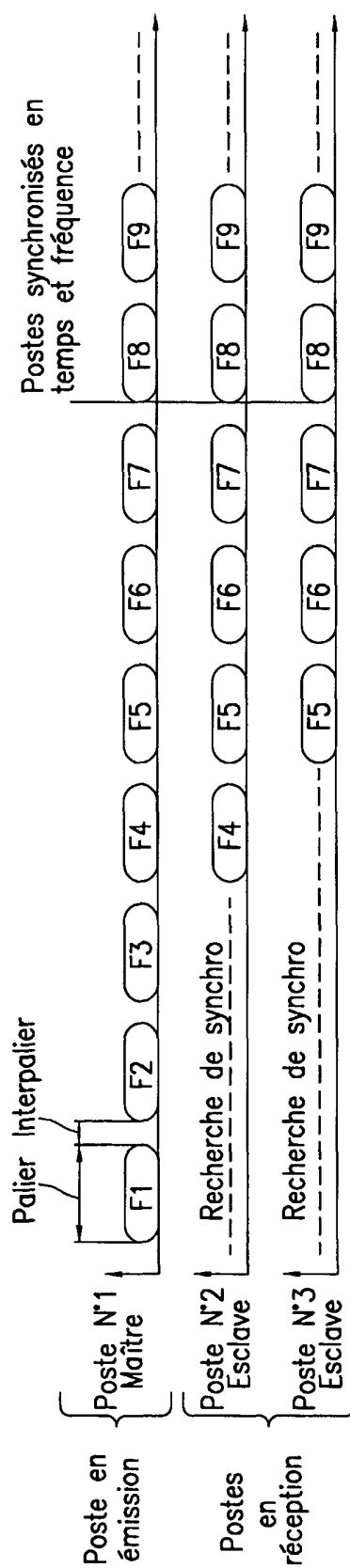
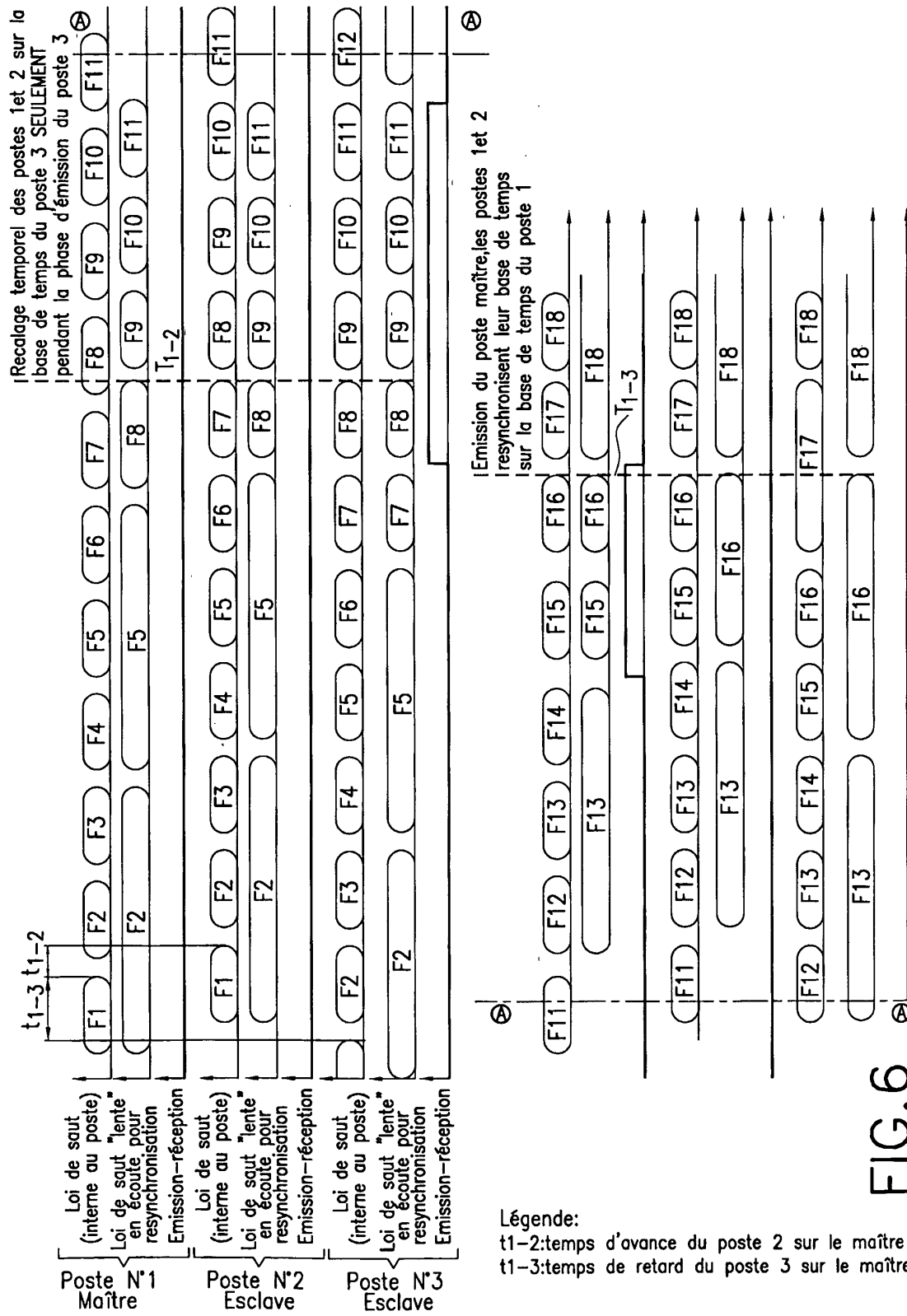


FIG.5



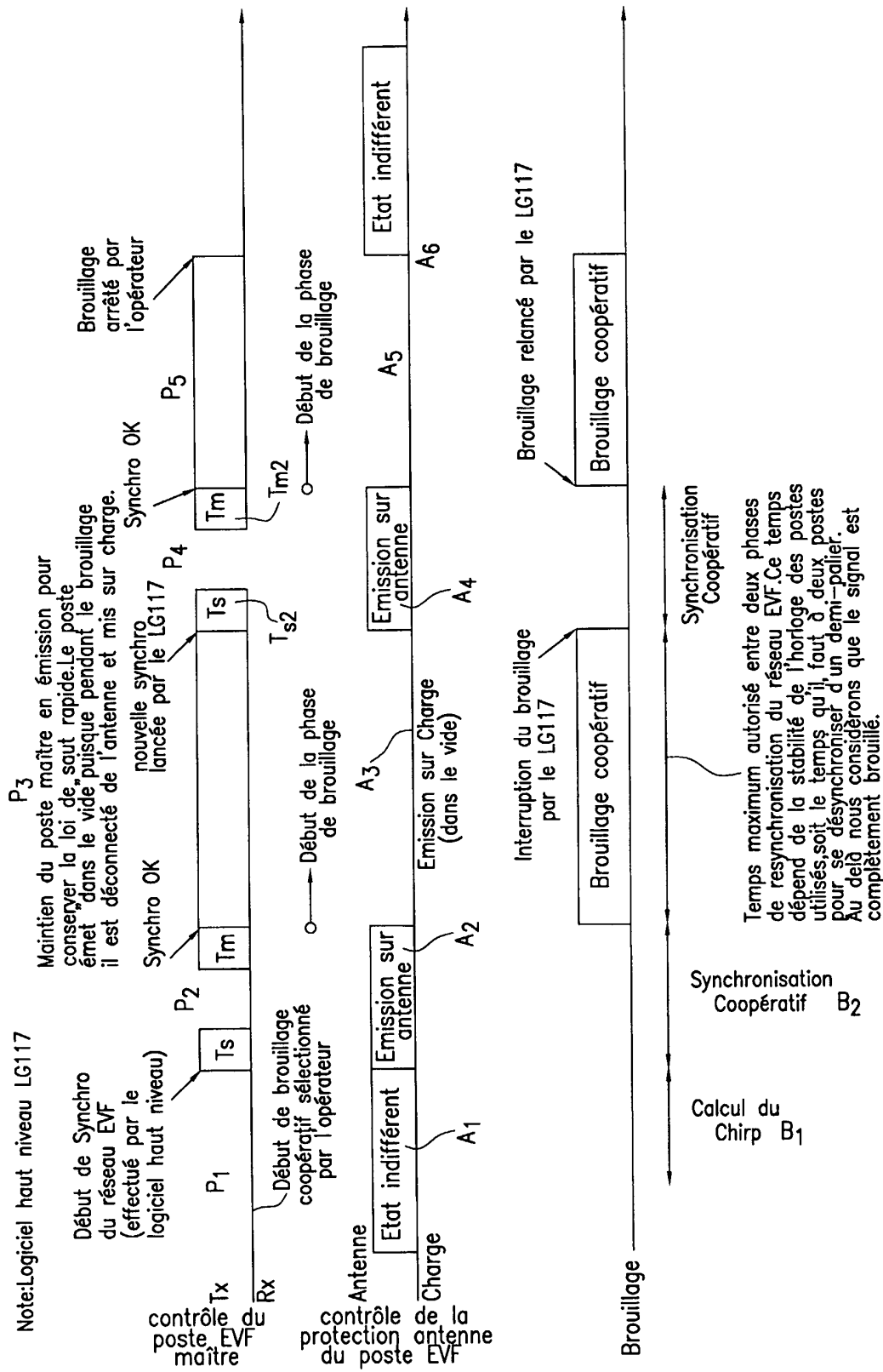


FIG. 7

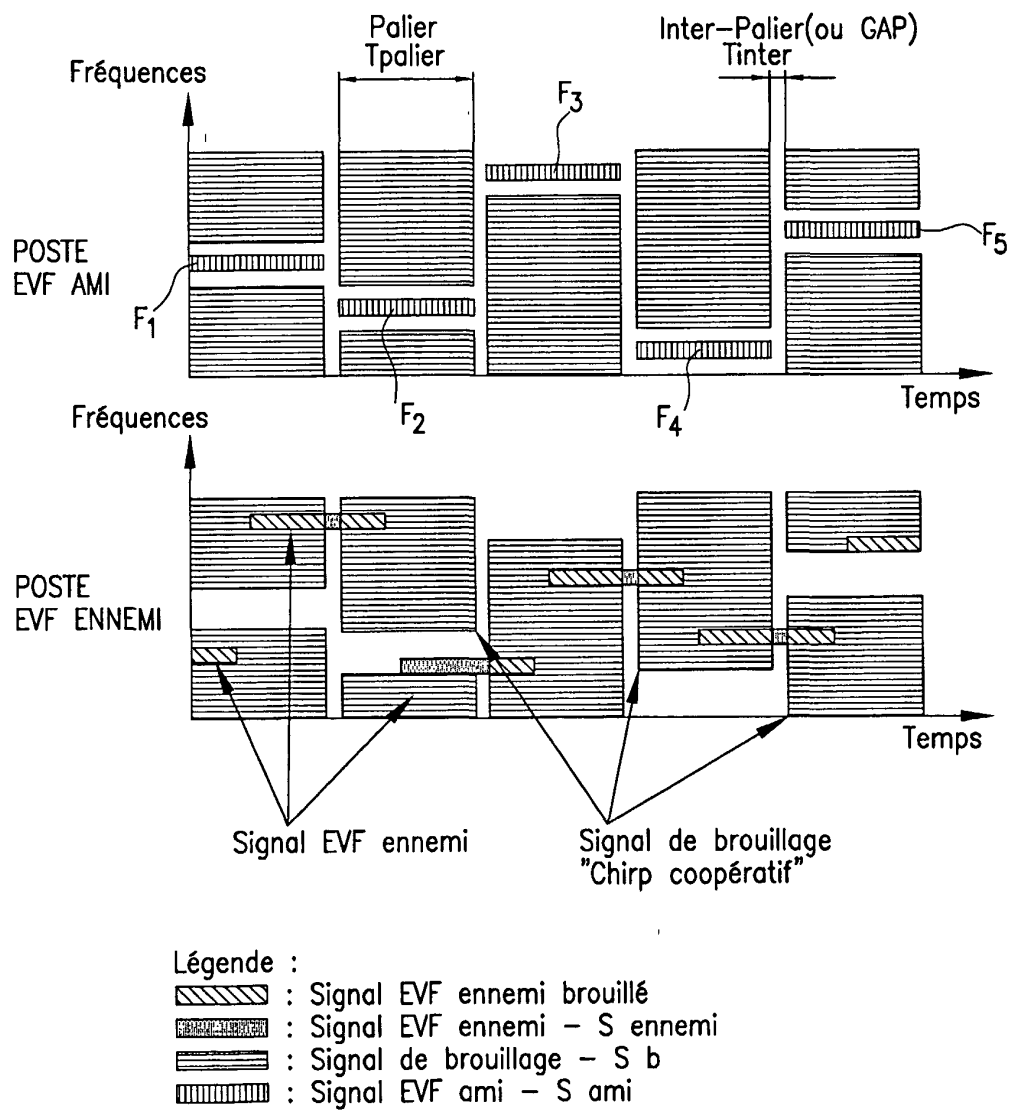


FIG.8

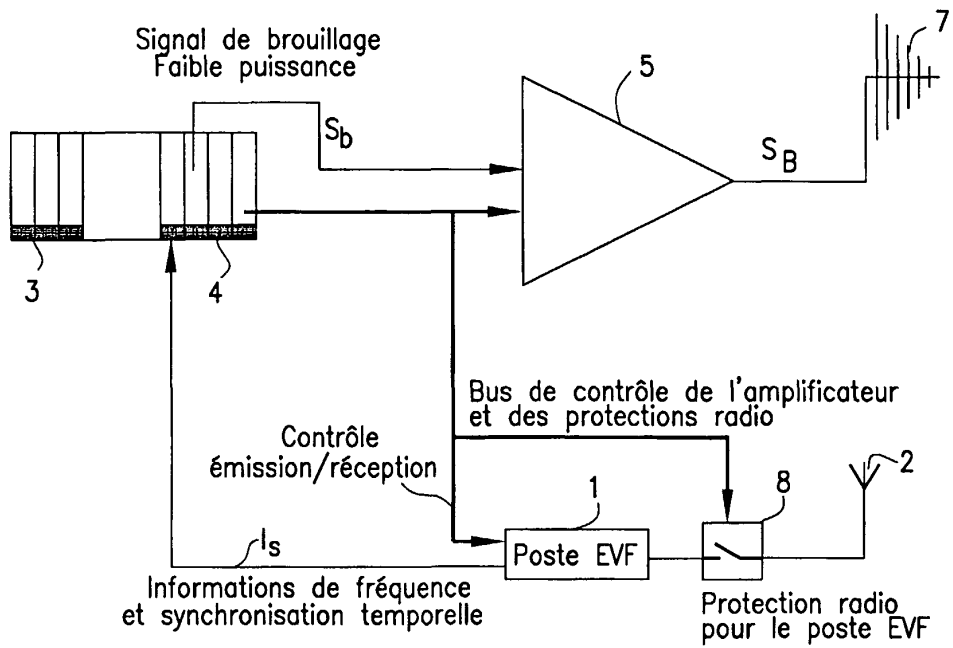


FIG.9

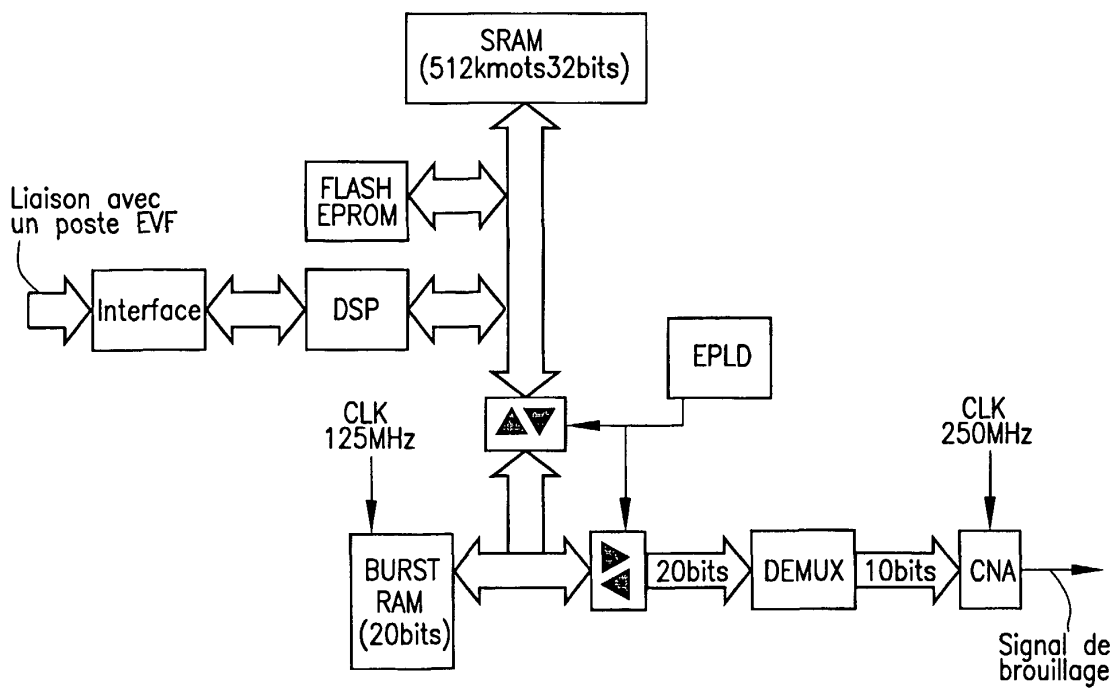


FIG.10

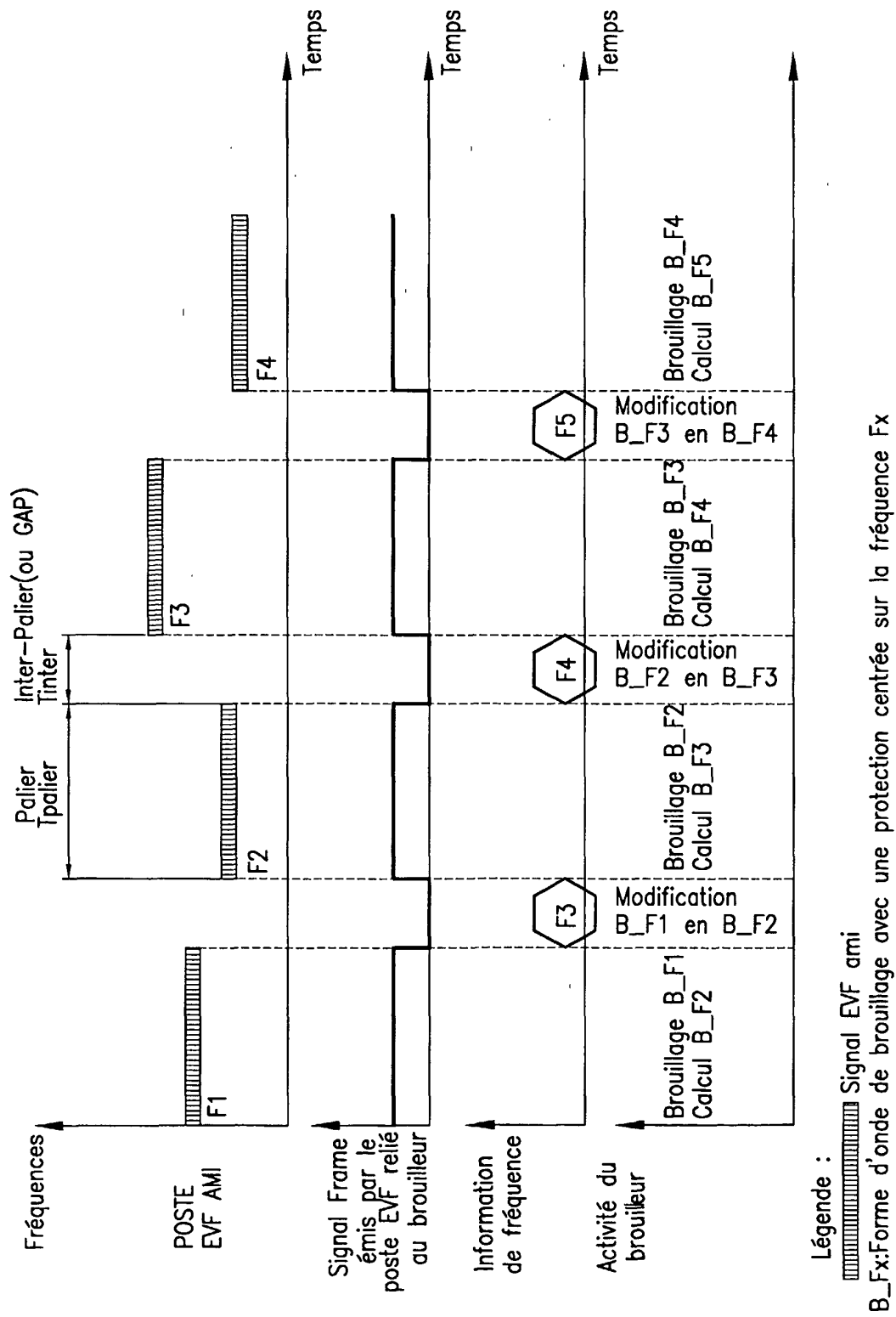


FIG.11

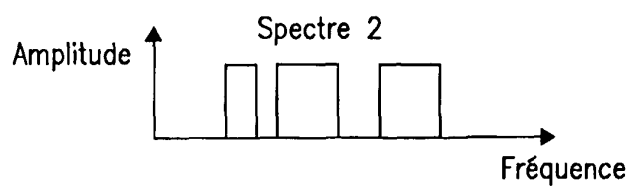
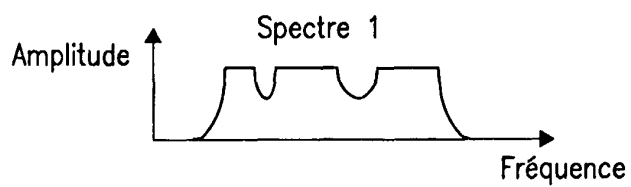
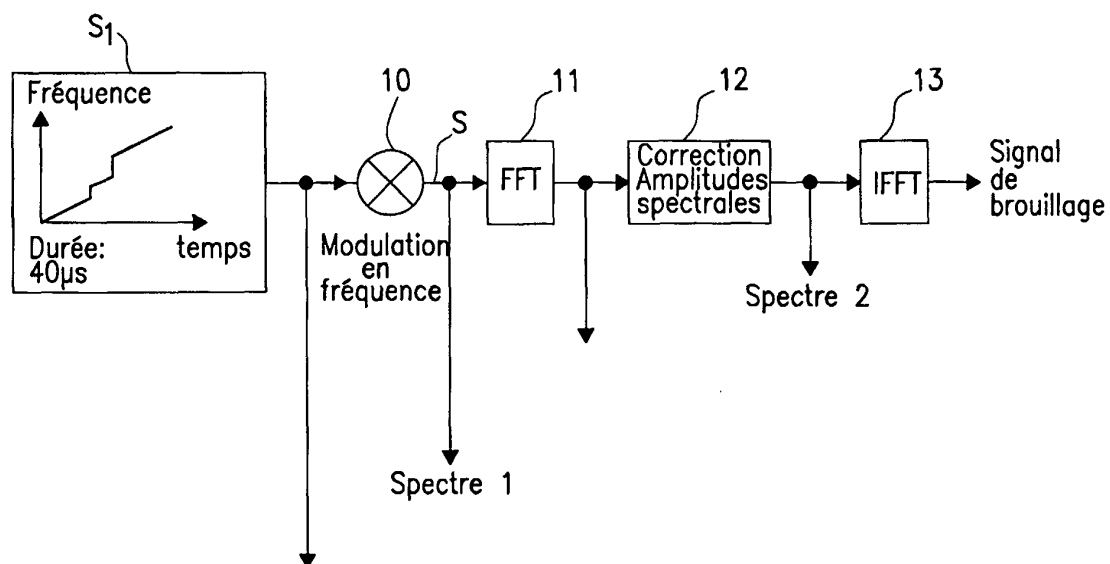
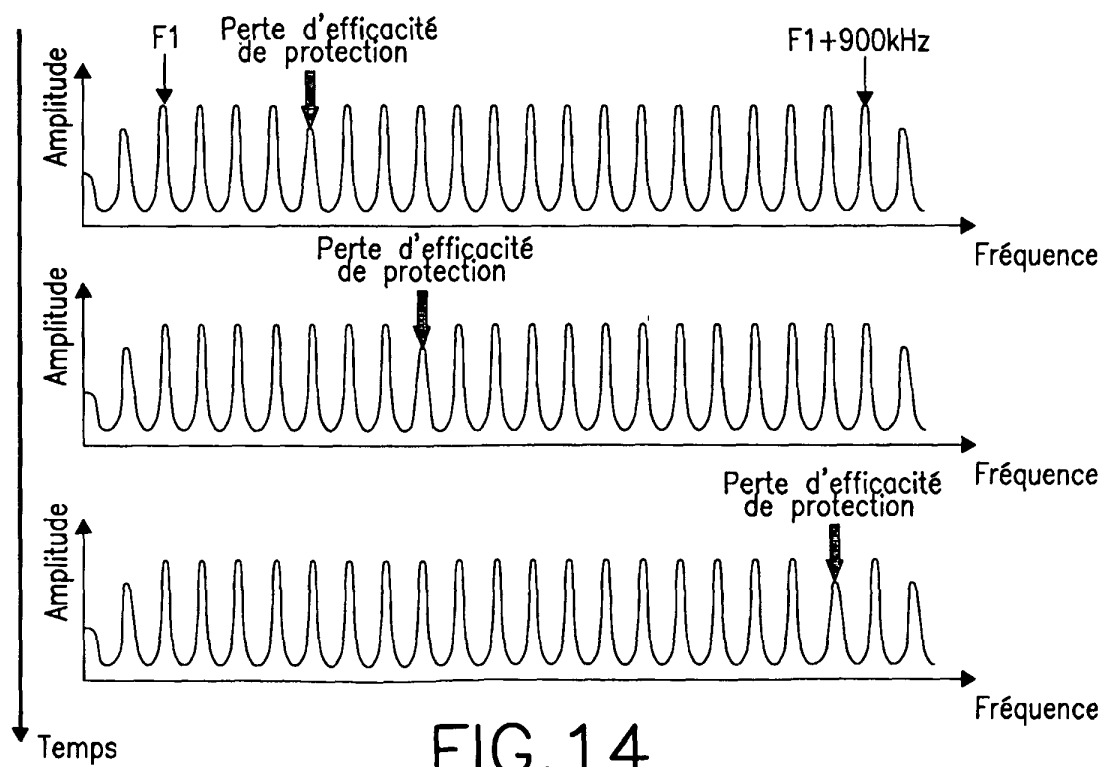
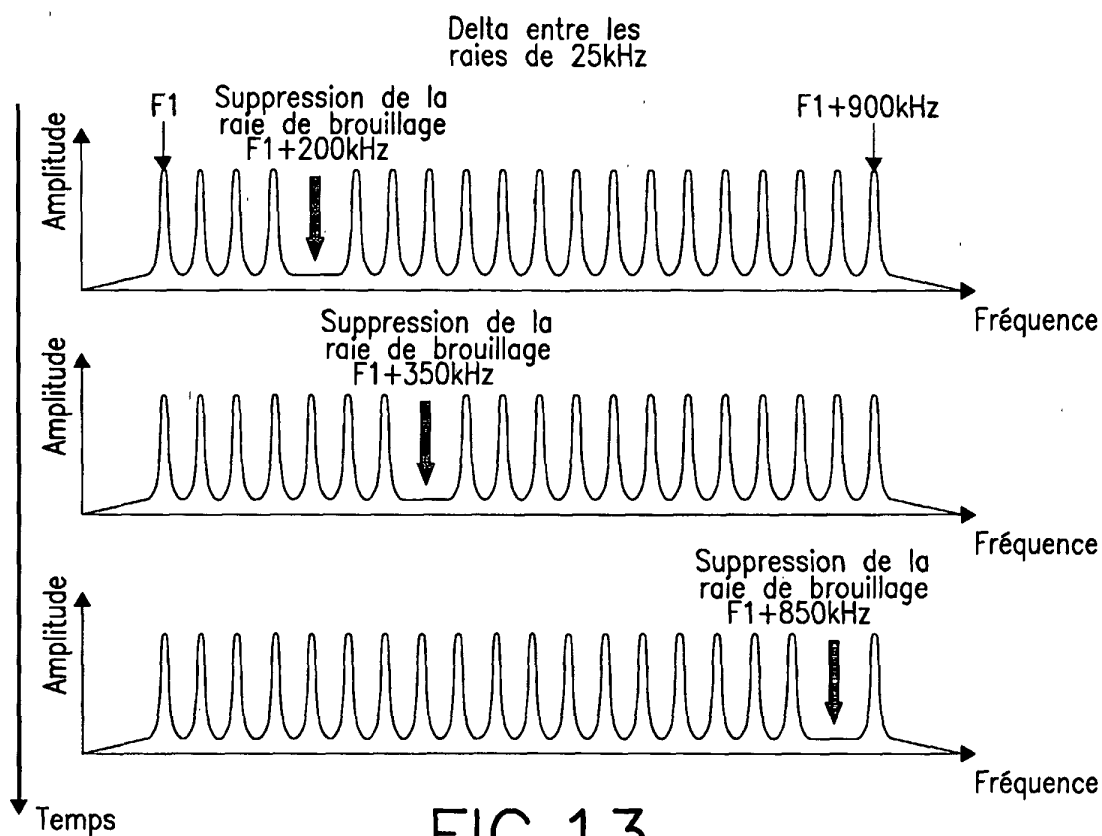


FIG.12



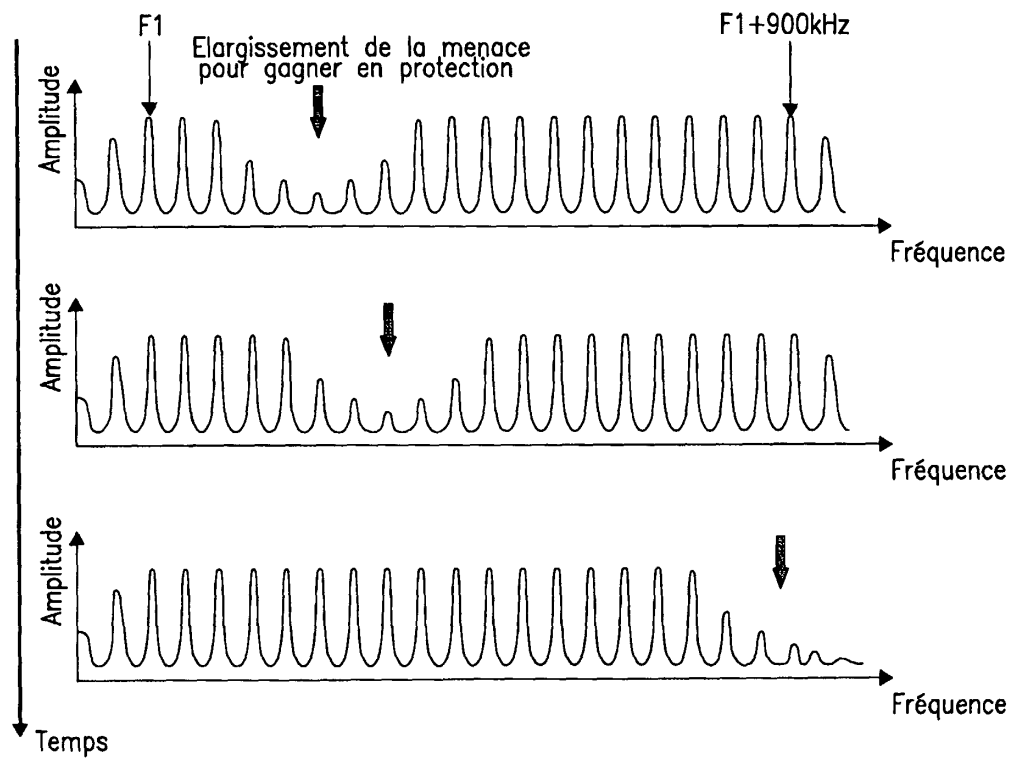


FIG.15