

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 10.12.99.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 15.06.01 Bulletin 01/24.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MATRA NORTEL COMMUNICA-
TIONS Société par actions simplifiée — FR.

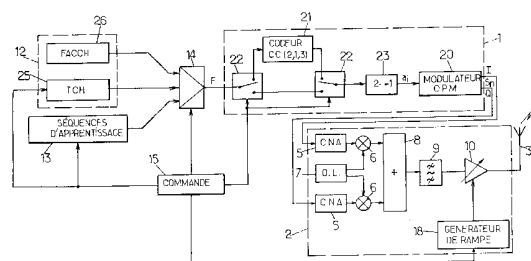
⑦② Inventeur(s) : MOLKO CHRISTOPHE.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : CABINET PLASSERAUD.

⑤④ PROCÉDE DE RADIOCOMMUNICATION A MULTIPLEXAGE TEMPOREL, EMETTEUR ET RECEPTEUR POUR
LA MISE EN OEUVRE DU PROCÉDE.

⑤⑦ Un émetteur produit des rafales de signal radio dans
des intervalles de temps alloués à un canal de multiplex
temporel. Le signal radio de chaque rafale est formé à partir
de symboles numériques comprenant deux séquences
d'apprentissage permettant au récepteur d'estimer des pa-
ramètres de démodulation et des symboles d'information
que le récepteur peut estimer par une démodulation effec-
tuée en utilisant les paramètres estimés. Les deux séquen-
ces d'apprentissage sont placées au début et à la fin de la
rafale pour que le récepteur les exploite pour effectuer une
démodulation du signal reçu dans l'ordre des symboles et
une autre démodulation du signal reçu dans l'ordre inverse
des symboles.



PROCEDE DE RADIOCOMMUNICATION A MULTIPLEXAGE TEMPOREL,
EMETTEUR ET RECEPTEUR POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE

La présente invention concerne les systèmes de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse.

5 Le multiplexage temporel peut se rapporter à un accès multiple à répartition dans le temps (TDMA, « Time-Division Multiple Access »), selon lequel des canaux multiples sont établis entre un émetteur/récepteur, par exemple une station de base d'un réseau cellulaire, et plusieurs émetteurs/récepteurs, par exemple des téléphones mobiles. Le multiplexage
10 temporel peut également être utilisé pour fournir des communications en mode duplex entre deux stations, avec des intervalles de temps alloués de façon alternative aux deux sens de communication (TDD, « Time-Division Duplex »).

Dans un système TDMA ou TDD, un émetteur produit des rafales de signaux radio (« burst ») dans des intervalles de temps déterminés d'une
15 structure de trame, alloués à un canal établi avec un ou plusieurs récepteurs. Une telle rafale comprend un certain nombre de symboles d'information à communiquer au récepteur. Dans de nombreux systèmes, elle comprend en outre des symboles d'apprentissage connus d'avance du récepteur, qui lui permettent d'acquérir des paramètres servant à démoduler le signal reçu pour
20 estimer les symboles d'information. Ces paramètres se rapportent à la synchronisation temporelle et/ou fréquentielle du récepteur, ainsi qu'à l'estimation du canal de propagation si le récepteur effectue une démodulation cohérente.

Dans les systèmes TDMA, tels que le système de radiotéléphonie
25 européen GSM, les symboles d'apprentissage forment une séquence située au milieu de la rafale, afin que les paramètres de démodulation qu'ils permettent d'estimer présentent le minimum de sensibilité à la variation dans le temps du canal de propagation. Dans le cas particulier du GSM, cette séquence d'apprentissage centrale est de 28 bits connus a priori, précédés et suivis par
30 des séquences d'information de 58 bits, la séquence de 28 bits servant à poursuivre la synchronisation des mobiles avec la station de base, et à estimer les paramètres requis par l'égaliseur de Viterbi compris dans le démodulateur.

Dans des systèmes de radiocommunication sans multiplexage temporel, il a été proposé des récepteurs démodulant deux fois un segment du
35 signal radio reçu, une fois dans le sens des temps croissants, et une fois dans

le sens des temps décroissants, afin d'augmenter la fiabilité des symboles d'informations estimés. Dans chaque sens, la démodulation comporte l'estimation de paramètres de démodulation à une extrémité du segment, et le parcours du segment de cette extrémité vers l'autre extrémité pour estimer les symboles transmis. Les deux jeux d'estimations des symboles ainsi obtenus peuvent ensuite être combinés de manière à améliorer le taux d'erreur binaire sur le canal par rapport à un unique sens de démodulation. Une séquence d'apprentissage est intercalée à intervalles réguliers dans le flot continu de symboles modulés sur la porteuse considérée, et le segment traité dans les deux sens par le récepteur commence et se termine par les signaux correspondant à deux occurrences consécutives de la séquence d'apprentissage modulée, utilisées pour estimer les paramètres de démodulation. Des exemples de tels démodulateurs aller-retour sont décrits dans EP-A-0 821 500 et EP-A-0 821 501.

Cette démodulation aller-retour permet au récepteur d'être moins sensible aux « trous de fading » correspondant à des évanouissements du canal dus à des interférences destructives entre des trajets multiples de propagation. Mais telle qu'elle est appliquée, elle n'est pas adaptée aux cas de signaux radio multiplexés dans le temps.

La présente invention a notamment pour but de permettre d'appliquer des méthodes de démodulation aller-retour dans des systèmes à multiplexage temporel.

L'invention propose ainsi un procédé de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse, dans lequel un émetteur émet des rafales de signal radio dans des intervalles de temps alloués à un canal, à destination d'au moins un récepteur, dans lequel le signal radio de chaque rafale est formé à partir d'un bloc de symboles numériques comprenant des symboles d'apprentissage permettant au récepteur d'estimer des paramètres de démodulation et des symboles d'information que le récepteur peut estimer par une démodulation effectuée en utilisant les paramètres estimés. Selon l'invention, les symboles d'apprentissage comprennent une première séquence de symboles placée au début du bloc de symboles à partir duquel est formée chaque rafale de signal radio et une seconde séquence de symboles placée à la fin dudit bloc. Le récepteur recevant un segment de signal correspondant à une rafale formée à partir d'un bloc de symboles exécute les étapes suivantes :

- estimation de premiers paramètres de démodulation sur la base de la première séquence de symboles d'apprentissage et du début du segment de signal ;
- calcul de premières estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des premiers paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru du début vers la fin ;
- estimation de seconds paramètres de démodulation sur la base de la seconde séquence de symboles d'apprentissage et de la fin du segment de signal ; et
- calcul de secondes estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des seconds paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru de la fin vers le début.

L'utilisation de deux séquences d'apprentissage au début et à la fin de la rafale permet d'effectuer la démodulation aller-retour. Ces deux séquences sont relativement plus courtes que les séquences uniques habituellement employées dans les rafales de signal TDMA, et de préférence distinctes afin d'optimiser les propriétés statistiques de décorrélation avec le signal résultant des symboles d'information transmis dans la rafale.

Dans un mode de réalisation typique du procédé, chaque rafale de signal radio comprend une portion initiale de montée en puissance du signal radio jusqu'à une gamme de puissance d'émission, une portion centrale d'émission du signal radio dans ladite gamme de puissance et une portion finale de descente en puissance du signal radio depuis ladite gamme de puissance. Dans ce cas, il est avantageux que l'une au moins des première et seconde séquences de symboles d'apprentissage donne lieu à une modulation du signal radio de la rafale en dehors de la portion centrale.

En faisant ainsi empiéter les séquences d'apprentissage sur les rampes de montée et descente en puissance, à l'une ou l'autre des deux extrémités de la rafale, on peut réserver le maximum de place pour la transmission des bits d'information, de sorte qu'on optimise le débit de transmission sur le canal. Bien entendu, l'empiètement des séquences d'apprentissage sur les rampes de puissance est réglé de façon à conserver une bonne probabilité de détection de ces séquences dans le signal reçu et une bonne fiabilité des paramètres de démodulation qu'elles servent à estimer.

Afin de limiter les interférences dans les canaux adjacents, les signaux radio d'amplitude variable émis dans la portion initiale d'une rafale avant la

première séquence de symboles d'apprentissage et dans la portion finale de la rafale après la seconde séquence de symboles d'apprentissage sont de préférence issus de signaux en bande de base à phase constante.

Dans une réalisation particulièrement avantageuse, l'émetteur
5 sélectionne l'une au moins des première et seconde séquences de symboles d'apprentissage insérées dans le bloc de symboles à partir duquel est formée chaque rafale de signal radio parmi un ensemble de plusieurs séquences prédéterminées, en fonction d'une information de signalisation à fournir au récepteur.

10 L'émetteur peut alors transmettre des informations de signalisation au récepteur sans avoir à réserver de la ressource de débit à cette fin. Il lui suffit de choisir les séquences d'apprentissage dans un ensemble déterminé de séquences présentant de bonnes propriétés d'auto- et d'intercorrélation.

L'information de signalisation ainsi transmise peut indiquer le canal
15 logique auquel appartient la rafale lorsque le canal à multiplexage temporel supporte plusieurs canaux logiques distincts. On réalise alors un multiplexage de canaux logiques de façon dynamique, rafale par rafale. Elle peut aussi indiquer la modulation selon laquelle est formée la rafale lorsque le système supporte plusieurs schémas de modulation ayant des propriétés différentes.

20 Un autre aspect de la présente invention se rapporte à un émetteur de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse, comprenant des moyens d'émission de rafales de signal radio dans des intervalles de temps alloués à un canal, à destination d'au moins un récepteur, les moyens d'émission comprenant des moyens pour former le
25 signal radio de chaque rafale à partir d'un bloc de symboles numériques comprenant des symboles d'apprentissage permettant au récepteur d'estimer des paramètres de démodulation et des symboles d'information que le récepteur peut estimer par une démodulation effectuée en utilisant les paramètres estimés. Dans cet émetteur, les symboles d'apprentissage
30 comprennent une première séquence de symboles placée au début du bloc de symboles à partir de laquelle est formée chaque rafale de signal radio et une seconde séquence de symboles placée à la fin dudit bloc.

Un troisième aspect se rapporte à un récepteur de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse, comprenant
35 des moyens de traitement de segments de signal reçu correspondant à des rafales de signal radio émises par un émetteur du type ci-dessus, les moyens

de traitement comprenant, pour le traitement d'un segment de signal correspondant à une rafale formée à partir d'un bloc de symboles :

- des moyens d'estimation de premiers paramètres de démodulation sur la base de la première séquence de symboles d'apprentissage et du début du segment de signal ;
- des moyens de calcul de premières estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des premiers paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru du début vers la fin ;
- des moyens d'estimation de seconds paramètres de démodulation sur la base de la seconde séquence de symboles d'apprentissage et de la fin du segment de signal ; et
- des moyens de calcul de secondes estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des seconds paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru de la fin vers le début.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-après d'exemples de réalisation non limitatifs, en référence aux dessins annexés, dans lesquels :

- les figures 1 et 3 sont des schémas synoptiques respectifs d'un émetteur et d'un récepteur de radiocommunication selon l'invention ; et
- la figure 2 est un diagramme illustrant un format de rafale utilisable dans le procédé selon l'invention, et un profil de puissance d'émission correspondant.

L'émetteur radio représenté à titre d'exemple sur la figure 1 comprend une unité de modulation numérique 1 produisant un signal complexe en bande de base s_n à partir d'un flux F de symboles discrets. Le signal complexe en bande de base, échantillonné à une fréquence F_e , a une partie réelle (voie I) et une partie imaginaire (voie Q) fournies à un étage radio 2 qui forme le signal radio émis par l'antenne 3 de l'émetteur.

L'étage radio 2 comporte : deux convertisseurs numérique-analogique (N/A) 5 qui reçoivent les parties réelle et imaginaire du signal numérique complexe s_n ; deux mélangeurs 6 qui modulent deux ondes radiofréquence en quadrature de même fréquence, délivrées par un oscillateur local 7, par les signaux analogiques respectivement délivrés par les convertisseurs N/A 5 ; un additionneur 8 qui fait la somme des deux ondes modulées et la fournit à un filtre d'émission 9 ; et un amplificateur de puissance 10 qui attaque l'antenne 3

avec le signal de sortie amplifié du filtre 9.

Le flux F se compose de symboles discrets, par exemple binaires (± 1) ou M -aires ($\pm 1, \pm 3, \dots, \pm(M-1)$), à savoir des symboles d'information issus d'une source 12 et des symboles d'apprentissage issus d'un générateur de séquences 13.

La source de symboles 12 représentée par un bloc schématique sur la figure 1 délivre des symboles d'information codés, qui comprennent des informations de trafic (voix, données, image, ...) dont la nature et la mise en forme dépendent du système de radiocommunication auquel appartient l'émetteur, ainsi que diverses informations de signalisation utiles au fonctionnement du système. Pour un ou plusieurs types d'information, la source 12 peut comprendre, de façon classique, un codeur de canal qui ajoute de la redondance aux symboles à transmettre et/ou introduit un entrelacement temporel afin de protéger ces symboles contre les erreurs de transmission.

Le générateur de séquences 13 délivre des symboles d'apprentissage qui, une fois détectés par le récepteur, lui servent à acquérir des informations de synchronisation et/ou à estimer des paramètres du canal de propagation radio. Chaque séquence d'apprentissage est construite de façon classique en tenant compte des propriétés statistiques du motif d'apprentissage qui en résulte dans le signal complexe s_n après modulation.

Un multiplexeur 14, contrôlé par une unité de commande 15 de l'émetteur, assemble le flux F à partir des symboles issus de la source 12 et du générateur 13, sous forme de blocs qui se succèdent périodiquement et qui comprennent chacun un nombre donné de symboles. Après modulation, un bloc délivré par le multiplexeur 14 donne lieu à une rafale de signal radio émis.

L'émetteur appartient à un système radio à multiplexage temporel d'ordre $N \geq 2$, dans lequel l'accès à une fréquence porteuse est distribué entre P émetteurs ($P \leq N$) selon des trames consécutives subdivisées en N intervalles de temps. Un canal physique est défini par une porteuse et un index d'intervalle de temps au sein des trames. Chaque rafale de signal radio relative à un canal physique est émise dans un intervalle de temps alloué à ce canal.

Un format de rafale avantageux est illustré par la figure 2. Dans cet exemple, les intervalles de temps de la trame sont de durée $D = 20$ ms, et les symboles modulants a_i sont quaternaires et de cadence $1/T = 8000$ symboles par seconde ($T = 125$ μ s). Chaque rafale de 20 ms commence et se termine

par un temps de garde de 0,5 ms (4 temps symbole), pendant lequel le signal radio émis résulte d'un signal s_n à phase constante. Le bloc de symboles modulants B commence et se termine par une séquence de 6 symboles d'apprentissage issue du générateur 13. Ces deux séquences d'apprentissage encadrent une séquence de 140 symboles d'information issue de la source 12.

La partie inférieure de la figure 2 montre en outre le profil de puissance d'émission d'une rafale de signal radio. Ce profil est par exemple obtenu en commandant le gain de l'amplificateur de puissance 10, ce qui est effectué par un générateur de rampe 18 que l'unité de commande 15 synchronise avec la production de la rafale de signal radio.

Ce profil de puissance est symétrique par rapport à l'instant milieu de la rafale. La rafale de 20 ms comprend une portion initiale P1 de montée en puissance du signal radio jusqu'à une gamme de puissance spécifiée, une portion centrale P2 d'émission du signal radio dans la gamme spécifiée, et une portion finale P3 de descente en puissance du signal radio depuis la gamme spécifiée.

La gamme de puissance d'émission dans la portion centrale P2 est spécifiée en fonction de la puissance d'émission requise PE, laquelle peut être réglée dynamiquement en fonction des conditions de propagation radio. Comme le montre l'agrandissement du profil sur la figure 2, cette gamme est par exemple de $PE - 1 \text{ dB}$ à $PE + 1 \text{ dB}$, ce qui est conforme aux prescriptions de la norme ETS 300 113 (2^e édition, juin 1996) promulguée par l'ETSI (« European Telecommunications Standards Institute »).

Pour respecter cette même norme, la puissance crête dans les canaux adjacents doit être inférieure à $PE - 50 \text{ dB}$, et la montée ou la descente en puissance du signal radio entre $PE - 30 \text{ dB}$ et $PE - 6 \text{ dB}$ doit être monotone et de durée supérieure à 200 μs .

On note sur la figure 2 que les deux séquences d'apprentissage du bloc B empiètent sur les portions P1 et P3 de la rafale, c'est-à-dire qu'elles donnent lieu à une modulation du signal radio de la rafale en dehors de la portion centrale P2 de puissance spécifiée. Ceci affecte dans une certaine mesure la capacité du récepteur à détecter ces séquences et à en extraire l'information recherchée sur les caractéristiques du canal. Mais cela n'est pas très gênant puisque le récepteur dispose d'information a priori sur les symboles des séquences d'apprentissage. En revanche, cela permet de maximiser le

temps disponible dans la rafale pour la transmission des symboles d'information inconnus. On peut ainsi respecter les contraintes spectrales, imposées par la norme ETS 300 113 dans notre exemple, sans trop affecter le débit d'information disponible sur le canal.

5 Avant la première séquence d'apprentissage et après la deuxième, le fait que le signal radio d'amplitude variable émis dans les portions P1 et P3 ne soit pas modulé en phase limite également les interférences entre canaux adjacents, qui peuvent être causées par une désynchronisation des émetteurs par rapport aux trames du multiplex, due au temps de propagation radio à
10 l'intérieur de chaque cellule couverte. La durée des temps de garde aux extrémités de la rafale est adaptée aux temps de propagation prévisibles dans le système (0,5 ms correspond à des cellules de l'ordre de 75 km).

Le générateur de séquences 13 est commandé par l'unité 15 de façon à délivrer dans chaque bloc B des séquences d'apprentissage sélectionnées
15 parmi un ensemble déterminé de séquences en fonction d'une information de signalisation. Dans l'exemple considéré, cette information de signalisation, communiquée au récepteur, sert d'une part à multiplexer des canaux logiques sur le même canal physique de transmission, et d'autre part à identifier le schéma de modulation utilisé pour générer les signaux radio.

20 L'unité de modulation 1 de l'émetteur de la figure 1 est un modulateur mixte agencé pour pouvoir fonctionner selon deux schémas de modulation.

Il comprend un modulateur à phase continue (CPM) 20 qui, en fonction des symboles M-aires a_i qui lui sont soumis à la cadence $1/T$, produit pour

$p.T \leq t < (p+1).T$ une forme d'onde $S(t) = \exp \left[2j\pi h \left(\sum_{i=-\infty}^p a_i \cdot q(t-i.T) \right) \right]$, où h est

25 l'indice de modulation et $q(t)$ l'impulsion de phase de la modulation, avec $q(t) = 1$ pour $t \geq K.T$, K étant la mémoire de la modulation exprimée en nombre de symboles M-aires. La forme d'onde $S(t)$ est échantillonnée à la fréquence F_e pour former le signal en bande de base s_n . Dans l'exemple représenté sur la figure 1, les symboles du flux F sont binaires à valeurs 0 ou 1, et convertis en
30 symboles quaternaires a_i à valeurs ± 1 et ± 3 par une unité 23 à l'entrée du modulateur CPM 20.

Comme le signal radio est modulé en phase de façon linéaire, l'obtention de signaux en bande de base à phase constante dans les temps de

garde peut résulter d'une mise à zéro, à l'entrée du modulateur 20, des quatre symboles a_i précédant et suivant le bloc B dans chaque rafale.

Le modulateur mixte 1 comprend également un codeur à redondance 21 fonctionnant par exemple selon le code convolutif CC(2,1,3). Ce codeur 21 est mis en service en amont du modulateur CPM 20 uniquement lorsque des commutateurs 22 sont positionnés de façon correspondante par l'unité de commande 15. Le modulateur mixte 1 traite le flux de symboles F issu du multiplexeur 14. Lorsque le codeur convolutif 21 est en service, le modulateur mixte 1 applique une modulation codée (voir G. Ungerboeck « Channel Coding with Multilevel/Phase Signals », IEEE Transactions on Information Theory, Vol. IT-28, No. 1, janvier 1982). Lorsque le codeur convolutif 21 n'est pas en service, la modulation est non codée, et la cadence des symboles dans le flux F est double. La modulation codée procure en principe une meilleure qualité de transmission, mais avec un débit plus faible (voir EP-A-0 896 443).

Dans l'exemple représenté sur la figure 1, la source de symboles 12 comprend une unité 25 d'émission sur un canal de trafic (TCH), avec un débit de symboles sélectionné par l'unité de commande 15 conformément au type de modulation appliqué. La source 12 comprend également une unité 26 définissant un canal de contrôle associé de type FACCH (« fast associated control channel »), sur lequel la modulation codée est toujours appliquée. La différenciation des canaux logiques TCH et FACCH est opérée par l'unité de commande 15 qui contrôle le multiplexeur 14.

Le générateur de séquences d'apprentissage 13 est prévu pour insérer deux motifs d'apprentissage distincts par rafale du signal en bande de base s_n . Les séquences correspondantes sont déterminées au préalable de façon classique, en minimisant les intercorrélations entre les motifs qu'elles engendrent dans le signal complexe en bande de base s_n .

A titre d'exemple, dans le cas où le modulateur CPM 20 applique la modulation quaternaire d'indice 1/3 décrite en exemple dans EP-A-0 936 784, les motifs peuvent être générés à partir des séquences de symboles indiquées dans le Tableau I, la première séquence de chaque bloc étant précédée par des symboles a_i mis à zéro (signal s_n à phase constante) et suivie par des symboles d'information inconnus a priori, tandis que la seconde séquence de chaque trame est précédée par des symboles d'information inconnus a priori et suivie par des symboles a_i mis à zéro.

Canal logique / modulation	1 ^{ère} séquence	2 ^{ème} séquence
<u>FACCH / codée</u>		
Séquence binaire (F)	0 1 0 1 0 1	0 1 0 0 0 1
Séquence quaternaire (a_i)	-3 -1 -3 +3 -3 +3	-3 -1 -3 -1 -3 -1
<u>TCH / codée</u>		
Séquence binaire (F)	0 0 1 0 0 1	1 1 1 0 1 1
Séquence quaternaire (a_i)	-3 -3 +1 -3 -1 +1	-1 -1 +3 -1 -1 +1
<u>TCH / non codée</u>		
Séquence binaire (F)	1 0 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0	0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 1
Séquence quaternaire (a_i)	-1 -3 +1 -1 -1 -1	+1 +1 +1 -1 +3 +1

TABLEAU I

Le récepteur représenté sur la figure 3 comprend un étage radio 30 qui régénère un signal complexe en bande de base r_n à partir du signal radio capté par l'antenne 31. L'étage radio 30 comporte : un amplificateur à bas bruit 32 ;
 5 deux mélangeurs 33 qui multiplient deux ondes radiofréquence en quadrature à la fréquence porteuse, délivrées par un oscillateur local 34, par le signal radio amplifié ; deux filtres de réception 35 des deux composantes en quadrature délivrées par les mélangeurs 33 ; et deux convertisseurs analogique-numérique (A/N) 36 qui délivrent les parties réelle (voie I) et imaginaire (voie Q)
 10 du signal numérique complexe r_n .

Des segments du signal complexe reçu r_n , correspondant chacun à une rafale émise, sont stockés temporairement dans une mémoire tampon 40.

Une première lecture de la mémoire 40 dans le sens des temps croissants (aller) fournit chaque segment de signal reçu r_n d'une part à un
 15 module 41 de détection de motifs d'apprentissage et d'autre part à un démodulateur 42 servant à estimer par démodulation cohérente les symboles d'information délivrés par la source 12 de l'émetteur.

De façon classique, le module 41 exploite la présence de séquences d'apprentissage au début des rafales de signal transmis pour calculer des
 20 paramètres de démodulation RC utiles au démodulateur 42, représentatifs de la réponse impulsionnelle estimée du canal de propagation radio. Le démodulateur 42 estime les symboles d'informations transmis dans la rafale

sur la base du segment parcouru dans le sens aller et des paramètres RC calculés au début du segment par le module 41. D'autre part, le module 41 peut obtenir de façon connue des informations de synchronisation temporelle pour le démodulateur 42, et éventuellement des informations de synchronisation fréquentielle pour l'étage radio 30 du récepteur afin d'ajuster la fréquence de son oscillateur 34 pour l'aligner sur la fréquence porteuse utilisée par l'émetteur.

Par des calculs de corrélations du signal r_n avec les différents motifs d'apprentissage résultant des séquences de la deuxième colonne du Tableau I, le module 41 détermine quelle est la séquence présente au début du bloc de symboles transmis (c'est-à-dire celle pour laquelle la corrélation normalisée est maximale), et met à jour l'estimation du canal sur la base des calculs effectués relativement à cette séquence. Une identification de cette séquence est fournie au module de décision 44 du récepteur.

Une seconde lecture de la mémoire 40 dans le sens des temps décroissants (retour) fournit chaque segment de signal reçu r_n d'une part à un module 46 de détection de motifs d'apprentissage et d'autre part à un démodulateur 47. Le module 46 fonctionne de la même manière que le module 41 précité. Le démodulateur 47 estime les symboles d'informations transmis dans la rafale sur la base du segment parcouru dans le sens retour et des paramètres RC calculés à la fin du segment par le module 46. Par des calculs de corrélations du signal r_n avec les différents motifs d'apprentissage résultant des séquences de la troisième colonne du Tableau I, le module 46 détermine quelle est la séquence présente à la fin du bloc de symboles transmis, et met à jour l'estimation du canal sur la base des calculs effectués relativement à cette séquence. Une identification de cette séquence est fournie au module de décision 44 du récepteur.

A partir des deux séquences détectées par les modules 41 et 46, le module de décision 44 récupère l'information de signalisation codée, c'est-à-dire qu'il identifie la modulation employée par l'émetteur ainsi que le canal logique dont relève la rafale de signal.

Les démodulateurs 42 et 47 sont identiques (ils peuvent consister en un seul démodulateur fonctionnant alternativement sur le signal aller et sur le signal retour). Ils peuvent fonctionner de façon classique selon l'algorithme de Viterbi, avec soit un treillis de démodulation simple 48 pour les cas de

modulation non codée sur le canal TCH, soit un super-treillis 49 intégrant les états de modulation et de codage convolutif afin d'obtenir le gain de la modulation codée sur le TCH ou le FACCH. Le treillis peut être initialisé avec les symboles d'apprentissage voisins des symboles à démoduler.

5 Les estimations des symboles d'information respectivement fournies par les démodulateurs 42 et 47 sont combinées par une unité 50 pour produire des estimations finales plus fiables grâce aux démodulations distinctes qui ont été effectuées. A titre d'exemple, l'unité 50 peut combiner des estimations douces des symboles selon la méthode MRC (« maximum ration combining »).

10 D'autres possibilités de combinaison sont décrites dans EP-A-0 821 500 et EP-A-0 821 501.

En fonction de l'information de signalisation extraite par le module 44, celui-ci commande :

- les démodulateurs 42 et 47 pour activer soit le treillis de démodulation 48
- 15 soit le super-treillis de modulation codée 49 ;
- le démultiplexeur 52 qui oriente le flux de symboles délivré par le l'unité 50 soit vers les organes 53 de traitement du canal de trafic TCH, soit vers les organes 54 de traitement du canal de signalisation FACCH ;
- les organes 53 de traitement du canal de trafic TCH pour indiquer quel
- 20 est le débit sur ce canal.

Le système de radiocommunication comportant des émetteurs selon la figure 1 et des récepteurs selon la figure 3 permet avantageusement d'insérer un canal de signalisation associé dans un canal de trafic par un mécanisme de type « vol de trame » sans ajouter d'« overhead », c'est-à-dire sans réserver

25 spécifiquement, dans le bloc transmis dans chaque rafale, des symboles d'information pour l'indication du type de canal logique. Il est également avantageux de pouvoir sélectionner trame par trame le schéma de modulation employé, ce qui permet d'adapter dynamiquement le débit instantané sur le canal de trafic.

REVENDICATIONS

1. Procédé de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse, dans lequel un émetteur émet des rafales de signal radio dans des intervalles de temps alloués à un canal, à destination
5 d'au moins un récepteur, dans lequel le signal radio de chaque rafale est formé à partir d'un bloc (B) de symboles numériques comprenant des symboles d'apprentissage permettant au récepteur d'estimer des paramètres de démodulation et des symboles d'information que le récepteur peut estimer par une démodulation effectuée en utilisant les paramètres estimés, caractérisé en
10 ce que les symboles d'apprentissage comprennent une première séquence de symboles placée au début du bloc de symboles à partir duquel est formée chaque rafale de signal radio et une seconde séquence de symboles placée à la fin dudit bloc, et en ce que le récepteur recevant un segment de signal correspondant à une rafale formée à partir d'un bloc de symboles exécute les
15 étapes suivantes :
 - estimation de premiers paramètres de démodulation sur la base de la première séquence de symboles d'apprentissage et du début du segment de signal ;
 - calcul de premières estimations des symboles d'information dudit bloc
20 sur la base des premiers paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru du début vers la fin ;
 - estimation de seconds paramètres de démodulation sur la base de la seconde séquence de symboles d'apprentissage et de la fin du segment de signal ; et
 - 25 - calcul de secondes estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des seconds paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru de la fin vers le début.
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel les première et seconde séquences de symboles d'apprentissage sont distinctes l'une de
30 l'autre.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel chaque rafale de signal radio comprend une portion initiale (P1) de montée en puissance du signal radio jusqu'à une gamme de puissance d'émission, une portion centrale (P2) d'émission du signal radio dans ladite gamme de puissance et une portion

finale (P3) de descente en puissance du signal radio depuis ladite gamme de puissance, et dans lequel l'une au moins des première et seconde séquences de symboles d'apprentissage donne lieu à une modulation du signal radio de la rafale en dehors de la portion centrale.

- 5 4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel la première séquence de symboles d'apprentissage donne lieu à une modulation du signal radio de la rafale dans la portion initiale (P1), et la seconde séquence de symboles d'apprentissage donne lieu à une modulation du signal radio de la rafale dans la portion finale (P3).
- 10 5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, dans lequel le signal radio émis dans la portion initiale (P1) d'une rafale avant la première séquence de symboles d'apprentissage et le signal radio émis dans la portion finale (P3) de la rafale après la seconde séquence de symboles d'apprentissage sont des signaux issus de signaux en bande de base à phase constante.
- 15 6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'émetteur sélectionne l'une au moins des première et seconde séquences de symboles d'apprentissage insérées dans le bloc de symboles (B) à partir duquel est formée chaque rafale de signal radio parmi un ensemble de plusieurs séquences prédéterminées, en fonction d'une information de
20 signalisation à fournir au récepteur.
7. Procédé selon la revendication 6, dans lequel ledit canal supporte plusieurs canaux logiques, et dans lequel l'information de signalisation en fonction de laquelle est sélectionnée la séquence de symboles d'apprentissage indique le canal logique auquel appartient la rafale.
- 25 8. Procédé selon la revendication 6 ou 7, dans lequel chaque rafale de signal radio est formée suivant une modulation choisie parmi plusieurs modulations possibles, et dans lequel l'information de signalisation en fonction de laquelle est sélectionnée la séquence de symboles d'apprentissage indique la modulation suivant laquelle est formée la rafale.
- 30 9. Procédé selon la revendication 8, dans lequel les modulations possibles comprennent une modulation codée et une modulation non codée.

10. Emetteur de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse, comprenant des moyens (1, 2, 12-15) d'émission de rafales de signal radio dans des intervalles de temps alloués à un canal, à destination d'au moins un récepteur, les moyens d'émission comprenant des
5 moyens (1, 2) pour former le signal radio de chaque rafale à partir d'un bloc (B) de symboles numériques comprenant des symboles d'apprentissage permettant au récepteur d'estimer des paramètres de démodulation et des symboles d'information que le récepteur peut estimer par une démodulation effectuée en utilisant les paramètres estimés, caractérisé en ce que les
10 symboles d'apprentissage comprennent une première séquence de symboles placée au début du bloc de symboles à partir duquel est formée chaque rafale de signal radio et une seconde séquence de symboles placée à la fin dudit bloc.
11. Emetteur selon la revendication 10, dans lequel les première et
15 seconde séquences de symboles d'apprentissage sont distinctes l'une de l'autre.
12. Emetteur selon la revendication 10 ou 11, dans lequel les moyens d'émission comprennent des moyens (10, 18) de réglage de puissance commandés pour que chaque rafale de signal radio comprenne une portion
20 initiale (P1) de montée en puissance du signal radio jusqu'à une gamme de puissance d'émission, une portion centrale (P2) d'émission du signal radio dans ladite gamme de puissance et une portion finale (P3) de descente en puissance du signal radio depuis ladite gamme de puissance, de façon telle que l'une au moins des première et seconde séquences de symboles
25 d'apprentissage donne lieu à une modulation du signal radio de la rafale en dehors de la portion centrale.
13. Emetteur selon la revendication 12, dans lequel le signal radio émis dans la portion initiale (P1) d'une rafale avant la première séquence de symboles d'apprentissage et le signal radio émis dans la portion finale (P3) de
30 la rafale après la seconde séquence de symboles d'apprentissage sont des signaux issus de signaux en bande de base à phase constante.
14. Emetteur selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, comprenant des moyens pour sélectionner l'une au moins des première et

seconde séquences de symboles d'apprentissage insérées dans le bloc de symboles (B) à partir duquel est formée chaque rafale de signal radio parmi un ensemble de plusieurs séquences prédéterminées, en fonction d'une information de signalisation à fournir au récepteur.

5 15. Emetteur selon la revendication 14, dans lequel ledit canal supporte plusieurs canaux logiques, et dans lequel l'information de signalisation en fonction de laquelle est sélectionnée la séquence de symboles d'apprentissage indique le canal logique auquel appartient la rafale.

10 16. Emetteur selon la revendication 14 ou 15, comprenant des moyens de modulation pour former chaque rafale de signal radio suivant une modulation choisie parmi plusieurs modulations possibles, et dans lequel l'information de signalisation en fonction de laquelle est sélectionnée la séquence de symboles d'apprentissage indique la modulation suivant laquelle est formée la rafale.

15 17. Emetteur selon la revendication 16, dans lequel les modulations possibles comprennent une modulation codée et une modulation non codée.

20 18. Récepteur de radiocommunication à multiplexage temporel de canaux sur une fréquence porteuse, comprenant des moyens (40-42, 44, 46, 47, 50, 52-54) de traitement de segments de signal reçu correspondant à des rafales de signal radio émises par un émetteur selon l'une quelconque des revendications 10 à 17, les moyens de traitement comprenant, pour le traitement d'un segment de signal correspondant à une rafale formée à partir d'un bloc de symboles :

- 25 - des moyens (41) d'estimation de premiers paramètres de démodulation sur la base de la première séquence de symboles d'apprentissage et du début du segment de signal ;
- des moyens (42) de calcul de premières estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des premiers paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru du début vers la fin ;
- 30 - des moyens (46) d'estimation de seconds paramètres de démodulation sur la base de la seconde séquence de symboles d'apprentissage et de la fin du segment de signal ; et

- des moyens (47) de calcul de secondes estimations des symboles d'information dudit bloc sur la base des seconds paramètres de démodulation et du segment de signal parcouru de la fin vers le début.

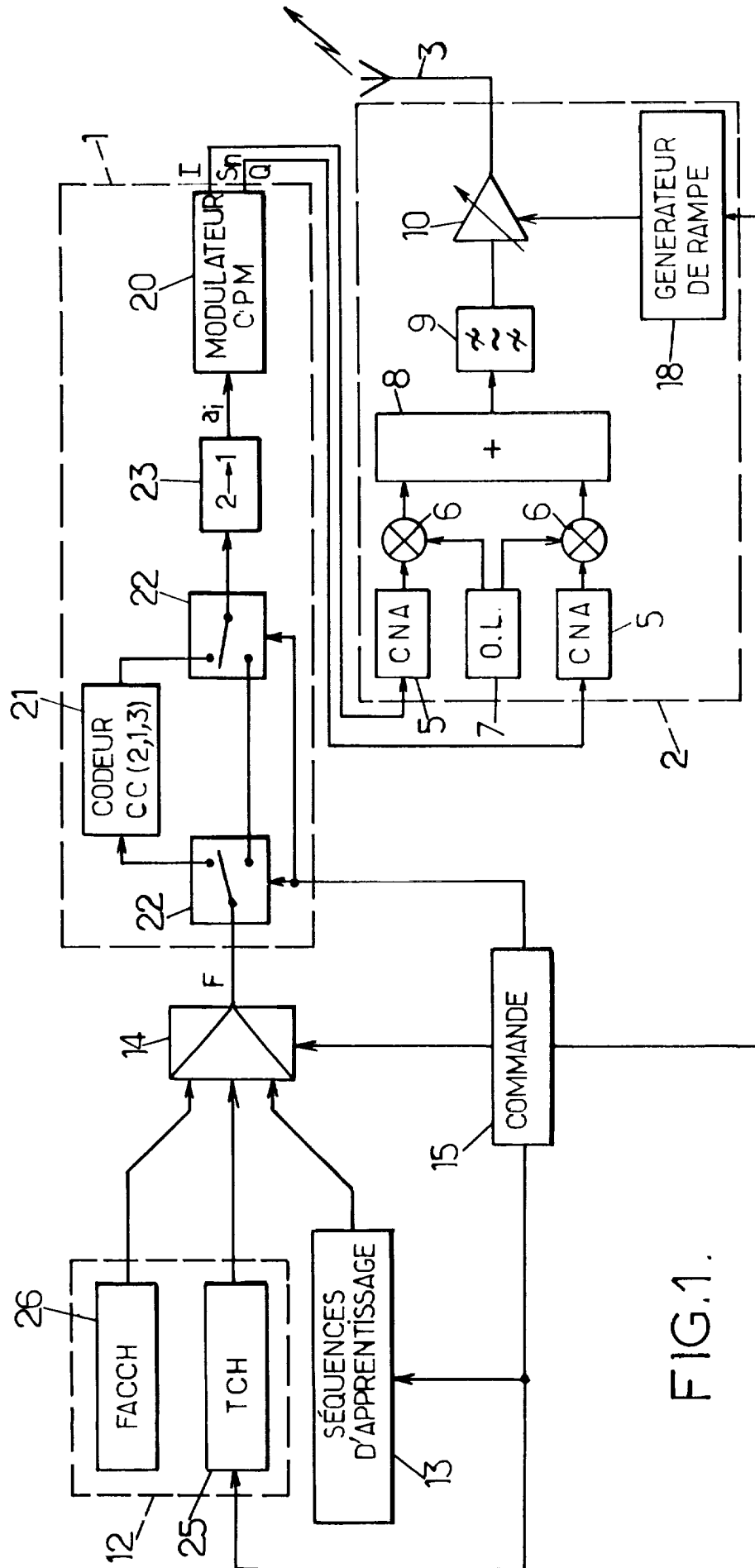


FIG.2.

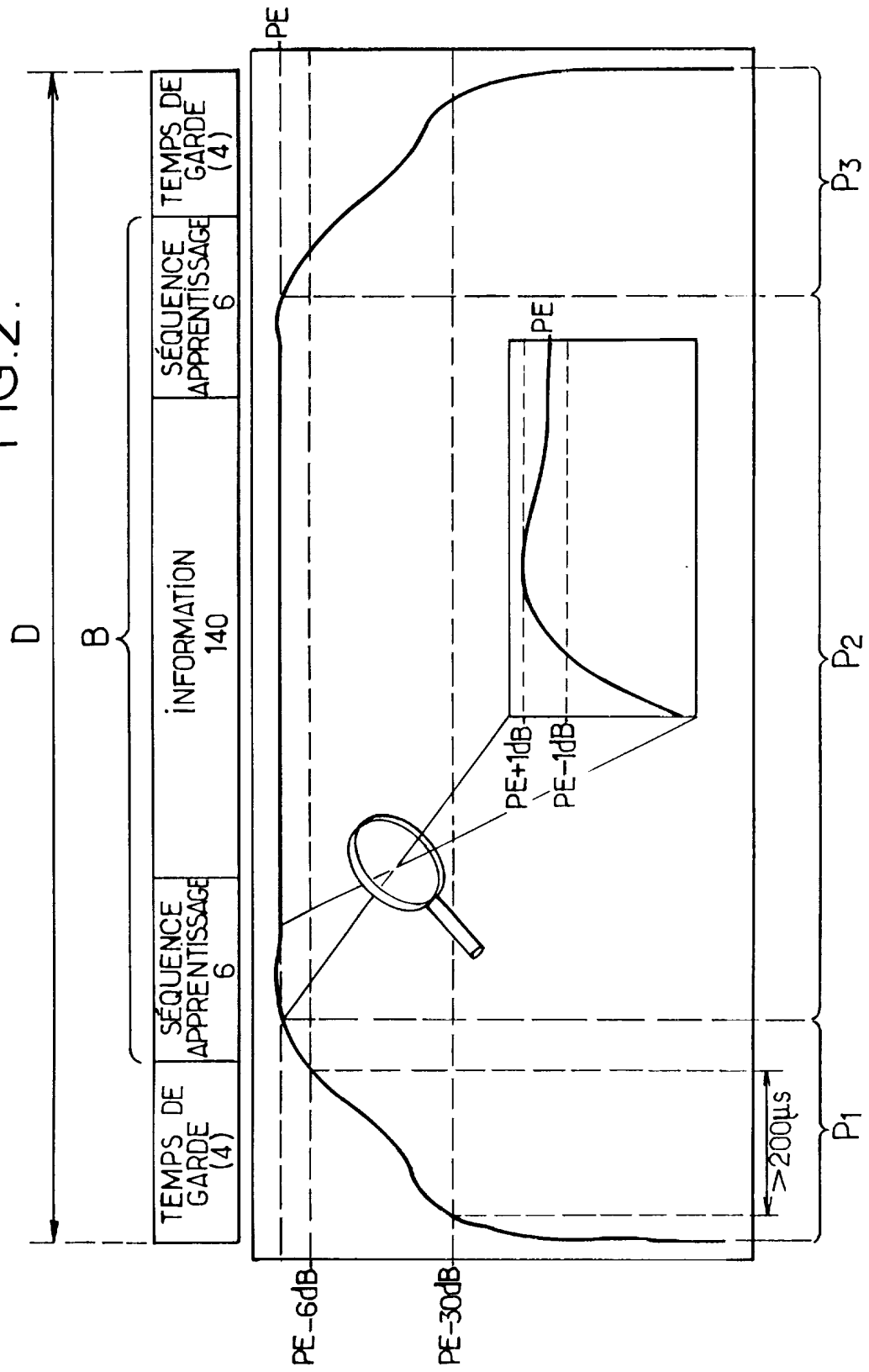
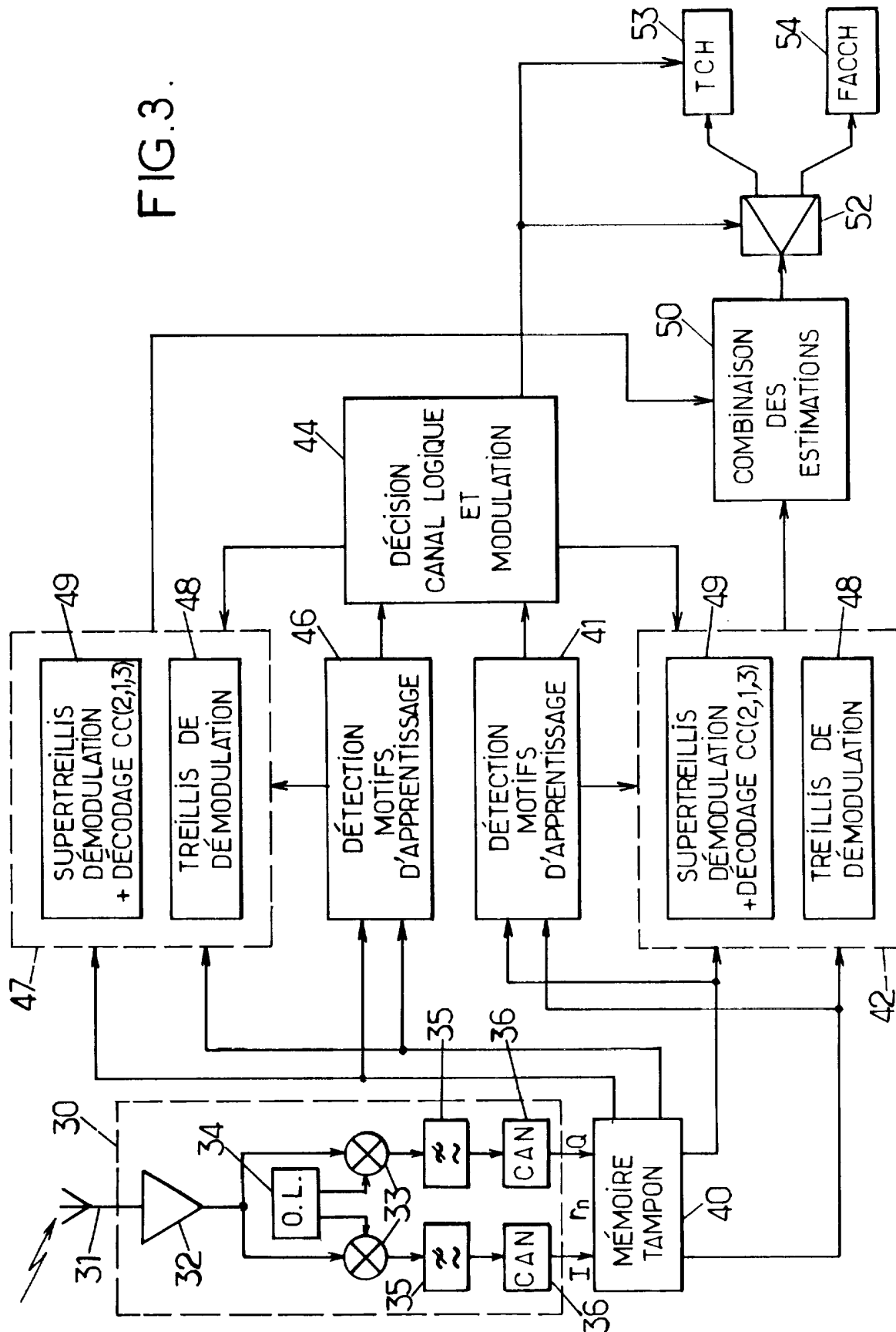


FIG.3.



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2802369

N° d'enregistrement
national

FA 583492
FR 9915600

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 909 465 A (DENT PAUL WILKINSON ET AL) 1 juin 1999 (1999-06-01) * abrégé; figure 4A *	1,2,10, 11,18	H04J3/02 H04B7/212
Y	* colonne 2, ligne 20 - ligne 22 * * colonne 5, ligne 37 - ligne 64 * * colonne 7, ligne 1 - ligne 2 * * colonne 7, ligne 25 - ligne 28 * * colonne 8, ligne 12 - ligne 20 * * colonne 11, ligne 25 - ligne 38 *	3,4,12	
Y	US 5 729 538 A (DENT PAUL W) 17 mars 1998 (1998-03-17) * abrégé; figure 2 *	3,4,12	
A	* colonne 5, ligne 52 - ligne 60 * * colonne 14, ligne 10 - ligne 15 *	1,6,7, 10,14,15	
A	US 5 809 017 A (SMITH DAVID ANTHONY ET AL) 15 septembre 1998 (1998-09-15) * abrégé; figure 2 * * colonne 2, ligne 55 - ligne 61 * * colonne 4, ligne 25 - ligne 28 *	1,3-5, 10,12,13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H04L H04B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
22 août 2000		Papantoniou, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			