

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

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

2 983 376

21 N° d'enregistrement national : 11 60761

51 Int Cl<sup>8</sup> : H 04 L 12/28 (2013.01), H 04 L 12/56, H 04 W 56/00

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 24.11.11.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 31.05.13 Bulletin 13/22.

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

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

71 Demandeur(s) : SAGEM DEFENSE SECURITE  
Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : ROVER ARNAUD.

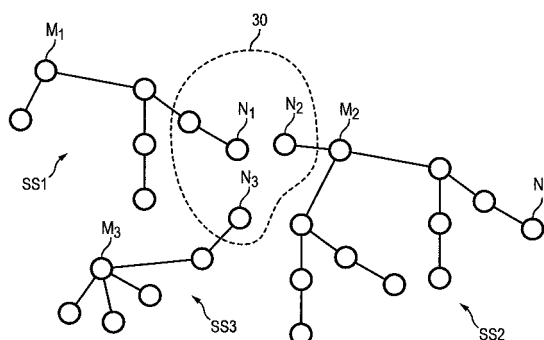
73 Titulaire(s) : SAGEM DEFENSE SECURITE Société  
anonyme.

74 Mandataire(s) : CABINET REGIMBEAU Société civile.

54 PROCÉDE DE SYNCHRONISATION DE SOUS RESEAUX HIERARCHISES.

57 L'invention concerne un procédé de synchronisation de sous-réseaux d'un réseau de terminaux radio, chaque sous-réseau comprenant au moins un terminal radio formant un noeud ayant un niveau d'autorité prédéterminé, le noeud d'un sous-réseau ayant le niveau d'autorité le plus élevé étant maître de synchronisation du sous-réseau, le procédé étant caractérisé en ce que lorsqu'un noeud d'un premier sous-réseau détecte (DET) un noeud d'un second sous-réseau, il comprend les étapes consistant à :

- comparer (COMP) les niveaux d'autorité des noeuds maîtres de chaque sous-réseau; et
- synchroniser (SYNC) le sous-réseau dont le maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont le noeud maître a le niveau d'autorité le plus fort.



FR 2 983 376 - A1



## DOMAINE TECHNIQUE GENERAL

Le domaine de l'invention est celui des télécommunications sans fils impliquant des réseaux de communications hiérarchisés fonctionnant par exemple selon la norme DECT (en anglais, « *Digital European Cordless Telephone* »).

L'invention concerne plus particulièrement un procédé et un système de synchronisation de plusieurs sous-réseaux, par exemple de type DECT.

## ETAT DE LA TECHNIQUE

10 La norme DECT est une norme européenne de téléphonie sans fil, fonctionnant sur la bande de fréquences allant de 1880 MHz à 1900 MHz.

La figure 1 illustre schématiquement l'organisation d'un sous-réseau DECT. Pour constituer un sous-réseau DECT 100, il est nécessaire de disposer d'un ensemble d'équipements émetteur/récepteur, chaque équipement formant un nœud du sous-réseau. Un sous-réseau DECT 100 est constitué d'une base 101 formant un nœud maître et d'une pluralité de nœuds esclaves 102 qui sont abonnés au nœud maître 101. D'une façon générale, on dit qu'un nœud esclave est abonné à un nœud maître lorsqu'il existe une reconnaissance mutuelle entre le nœud esclave et le nœud maître considérés qui leur permet de communiquer ensemble. Le nœud maître 101 d'un sous-réseau DECT constitue le nœud central du sous-réseau considéré : c'est par lui que transitent l'ensemble des informations échangées entre les nœuds appartenant au sous-réseau 100; le nœud maître permet par ailleurs d'adresser simultanément des informations aux différents nœuds qui lui sont abonnés.

Les informations échangées au sein d'un sous-réseau peuvent être des informations de phonie, pour que deux utilisateurs puissent se parler, ou des informations de données. Ces informations sont échangées par des signaux radio, qui sont émis lors de cycles de communication à des fréquences définies dans la norme DECT.

On a illustré sur la figure 2 une telle organisation des communications. Sur cette figure, on a illustré un premier cycle de communication 201, un second cycle de communication 202 et un troisième cycle de communication 203 qui correspondent respectivement à un cycle de communication du nœud maître 101, à un cycle de communication d'un premier nœud 102 et à un cycle de communication d'un second nœud 102.

La norme DECT applique la technologie TDMA (en anglais « *Time Division Multiple Access* » pour Accès Multiple à Répartition dans le Temps, (AMRT)) pour organiser l'émission et la réception des différentes informations entre le nœud maître 101 et les nœuds esclaves 102.

Un cycle de communication correspond à une trame TDMA d'une durée de 10 ms. Une trame TDMA est découpée en plusieurs intervalles de temps (en anglais, « *slot* ») chacun de longueur 480 bits. Dans la norme DECT on compte 24 slots numérotés de 0 à 23. Chacun de ces slots peut être utilisés sur différentes fréquences radio. Un composant radio DECT peut programmer chaque slots une des N fréquences disponibles. La norme DECT prévoit par exemple 10 ou 32 fréquences.

Pour qu'un sous-réseau de communication DECT soit mis en activité, c'est-à-dire pour que l'on puisse échanger des informations sur le sous-réseau considéré, il est indispensable que le nœud maître soit en fonctionnement ; ce dernier a la capacité d'émettre à une fréquence libre, dès sa mise sous tension dans un slot de chaque trame TDMA, une balise B de synchronisation qui est reçue par les différents nœuds esclaves de son sous-réseau et leur permet de disposer d'une référence temporelle. En particulier, chaque nœud esclave dispose d'une horloge interne synchronisée sur la référence temporelle provenant du nœud maître. Grâce à la balise B de synchronisation, on réalise ainsi dans le sous-réseau considéré, une synchronisation des échanges lors des cycles de communication entre les différents nœuds esclaves et le nœud maître associé ; par synchronisation des échanges d'informations lors des cycles, on désigne le fait que les différents cycles débutent à un même instant, T0

dans l'exemple illustré sur la figure 2 : les trames TDMA débutent toutes au même instant.

Un problème peut survenir lorsque plusieurs sous-réseaux souhaitent communiquer ensemble.

5        En effet, il faut que les nœuds souhaitant communiquer entre eux soient synchronisés pour éviter des collisions de données et donc de la perte d'informations au cours des échanges d'informations.

10        Une solution à ce problème peut consister à mettre en œuvre un procédé tel que décrit dans la norme Bluetooth® pour la synchronisation de *scatternets* selon lequel on fait communiquer plusieurs nœuds TDMA asynchrones.

Cette solution présente toutefois l'inconvénient de devoir entretenir plusieurs horloges et d'être couteuse en bande passante.

15        Une autre solution peut consister à mettre en œuvre un procédé de synchronisation distribuée selon lequel la synchronisation est basée sur une horloge globale accessible à tous les nœuds, comme par exemple une horloge GPS.

20        Cette solution présente l'inconvénient d'être inexploitable dans un environnement hostile où l'horloge globale serait brouillée (notamment dans les applications militaires).

Une autre solution de procédé de synchronisation distribuée est connue de la norme IEEE 802.11. Cette solution n'est toutefois pas transposable à la couche physique DECT utilisant plusieurs fréquences. Deux nœuds voisins à l'écoute de fréquences différentes peuvent ne pas communiquer entre eux.

25        Enfin les solutions basées sur un procédé de synchronisation distribuée nécessitent d'importantes capacités de calcul sur les nœuds ce qui est couteux en énergie.

### PRESENTATION DE L'INVENTION

30        L'invention propose de répondre à ce besoin de synchronisation et à cet effet prévoit un procédé de synchronisation de sous-réseaux d'un réseau

de terminaux radio, chaque sous-réseau comprenant au moins un terminal radio formant un nœud ayant un niveau d'autorité prédéterminé, le nœud d'un sous-réseau ayant le niveau d'autorité le plus élevé étant maître de synchronisation du sous-réseau, le procédé étant caractérisé en ce que  
5 lorsqu'un nœud d'un premier sous-réseau détecte un nœud d'un second sous-réseau, il comprend les étapes consistant à :

- comparer les niveaux d'autorité des nœuds maîtres de chaque sous-réseau ; et
- synchroniser le sous-réseau dont le maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont le nœud  
10 maître a le niveau d'autorité le plus fort.

L'invention est avantageusement complétée par les caractéristiques suivantes, prises seules ou en une quelconque de leur combinaison techniquement possible :

- 15 - la synchronisation est mise en œuvre si le niveau d'autorité du nœud maître du sous-réseau auquel appartient le nœud détecté est supérieur au niveau d'autorité du nœud maître du sous-réseau auquel appartient le nœud l'ayant détecté.
- un nœud du premier sous-réseau détecte dans son environnement  
20 radio un nœud du second sous-réseau.
- un nœud diffuse, dans son environnement radio, à intervalles réguliers, une balise radio contenant un identifiant du nœud maître du sous-réseau auquel il appartient.
- un nœud balaie son environnement radio. à intervalles réguliers
- 25 - la synchronisation du sous-réseau dont le nœud maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont le nœud maître réseau a le niveau d'autorité le plus fort consiste à, ce que le nœud ayant détecté un sous-réseau ayant le nœud maître de plus forte autorité :
- 30
  - o déterminer un décalage entre la synchronisation de son sous-réseau et la synchronisation de l'autre sous-réseau ;

- transmettre à son nœud maître réseau le décalage déterminé pour que ce dernier adapte la synchronisation de son sous-réseau à la synchronisation de l'autre sous-réseau.
- le nœud maître d'un sous-réseau diffuse une balise de synchronisation dans des trames TDMA permettant au(x) nœud(s) de son sous-réseau de se synchroniser sur ledit nœud maître pour que des trames TDMA qui correspondent à des cycles de communication aient la même référence temporelle, la détermination du décalage consistant à mesurer un décalage en nombre de slots et en nombre de bits entre les références temporelles ;
- l'adaptation consiste à ce que le nœud maître et ses esclaves avancent ou retardent l'émission de la balise de synchronisation en fonction du décalage pour permettre au sous-réseau d'être synchronisé sans perturber leurs services en cours.
- il comprend une étape de fusion du premier sous-réseau avec le second sous-réseau, consistant à former un seul sous-réseau dont le nœud maître est celui ayant le niveau d'autorité le plus élevé, les premier et second sous-réseaux étant synchronisés.

L'invention concerne également un sous-réseau d'un réseau de terminaux radio comprenant au moins un nœud ayant un niveau d'autorité prédéterminé, le nœud du sous-réseau ayant le niveau d'autorité le plus élevé étant maître de synchronisation du sous-réseau, chaque nœud comprenant un processeur configuré pour mettre en œuvre le procédé de l'invention.

Les avantages de l'invention sont multiples.

Elle est simple à implémenter puisqu'elle utilise la hiérarchisation des nœuds de chaque sous-réseau.

Elle s'adapte à la couche physique DECT.

En outre, elle est peu coûteuse en énergie ce qui contribue à l'autonomie des nœuds du sous-réseau.

## PRESENTATION DES FIGURES

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels, outre les figures 1 et 2 déjà discutées :

- la figure 3 représente un dispositif de communication de chaque nœud d'un réseau ;
- la figure 4 illustre deux-sous réseaux de terminaux radios ;
- les figures 5, 6, 7 et 8 illustrent des étapes d'un procédé de synchronisation selon l'invention ;
- la figure 9 illustre deux cycles de communication de deux nœuds de sous-réseaux différents.

Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références numériques identiques.

## DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

La figure 4 illustre trois sous-réseaux SS1, SS2, SS3 comprenant plusieurs terminaux radios chacun formant un nœud du sous-réseau.

Le premier sous-réseau SS1 comporte sept nœuds dont un nœud M1 est le maître de synchronisation, le second sous-réseau SS2 comporte douze nœuds dont un nœud M2 est le maître de synchronisation, le troisième sous-réseau SS3 comporte six nœuds dont un nœud M3 est le maître de synchronisation.

Chaque nœud comporte un dispositif 1000 de communication tel qu'illustré sur la figure 3. Un tel dispositif 1000 comprend un processeur 110, un module 120 d'accès au réseau pour émettre et recevoir des données et une mémoire 130 et un module 140 d'écoute pour écouter le réseau.

Chaque nœud dispose d'un niveau d'autorité prédéterminé. Le niveau d'autorité est implémenté dans la mémoire 130 du nœud avant la mise en fonctionnement du nœud.

Les niveaux d'autorité peuvent en pratique – dans des applications militaires notamment – être attribués en fonction du grade militaire : le maître d'un sous-réseau de commandement aura un niveau d'autorité supérieur au maître d'un sous-réseau de combat.

5            En outre, chaque nœud connaît le niveau d'autorité maximal possible d'un nœud d'un autre sous-réseau.

          Pour que les nœuds des premier, second et troisième sous-réseaux SS1, SS2, SS3 puissent communiquer entre eux il faut qu'ils soient synchronisés.

10           Les figures 5 à 8 illustrent des étapes d'un procédé de synchronisation selon un mode de réalisation possible de l'invention.

          Au cours du procédé de synchronisation, un ou plusieurs nœuds d'un sous-réseau balaie(nt) SCAN son environnement radio pour détecter DET un nœud d'un autre sous-réseau.

15           Un tel balayage SCAN est déclenché à intervalles réguliers. Lorsqu'un nœud balaie son environnement radio, il écoute chaque fréquence pendant 10 ms, c'est-à-dire la durée d'une trame. Ainsi, si l'on dispose de 32 fréquences un nœud pourra « trouver » des balises émises par des nœuds voisins, situés dans son environnement radio, en 320ms.

20           C'est le module 140 d'écoute du nœud qui réalise cette fonction. En effet, sachant qu'un nœud ne peut écouter qu'une fréquence à la fois, le nœud dispose du module 120 d'accès au réseau pour les services de voix et de données tout en effectuant le balayage via le module 140 d'écoute.

          La période de balayage de l'environnement radio est, comme le  
25           niveau d'autorité, un paramètre prédéfini à l'avance et typiquement implémentés dans la mémoire 130 du nœud avant la mise en fonctionnement du nœud.

          Lorsqu'un nœud d'un premier sous-réseau détecte DET un nœud d'un second sous-réseau, le procédé de synchronisation comprend les étapes  
30           consistant à :



- comparer COMP les niveaux d'autorité des nœuds maîtres de chaque sous-réseau ; et
- synchroniser SYNC le sous-réseau dont le maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont le maître a le niveau d'autorité le plus fort.

5

La synchronisation SYNC est mise en œuvre si le niveau d'autorité du maître du sous-réseau auquel appartient le nœud détecté est supérieur niveau d'autorité du maître du sous-réseau du nœud l'ayant détecté.

Un nœud est détecté s'il diffuse DIFF une balise radio dans un slot d'une trame TDMA. Une balise radio contient entre autre (elle contient aussi d'autres informations propres au DECT) un identifiant du maître du sous-réseau auquel il appartient.

10

C'est donc au moyen du module 120 d'accès au réseau que cette balise radio est diffusée DIFF.

15

Selon un mode de réalisation, la balise radio est diffusée à chaque trame TDMA.

20

Selon un autre mode de réalisation, la balise radio peut être diffusée pendant une durée fixée suivie de plusieurs trames TDMA au cours desquelles la balise radio ne sera pas émise. On parle alors de balise basse consommation. Selon ce mode réalisation, la balise basse consommation peut être émise pendant une durée de 320 ms (soit pendant 32 slots) suivie de 10s sans émettre de balise basse consommation.

25

De manière complémentaire, pour réduire au maximum la consommation énergétique de chaque nœud et afin d'utiliser au mieux la bande passante, il est possible de prévoir que seul un nombre de nœuds limités diffusent des balises radio.

Ces nœuds sont :

- les maîtres de chaque sous-réseau ;
- les relais actifs (un relais est actif si au moins une route, réservée par la couche réseau l'utilise), il s'agit des nœuds ayant un lien avec le nœud maître du sous-réseau auquel il appartient ;

30

- des nœuds appartenant à un sous-réseau mais non synchronisés sur le nœud de plus haute autorité, chaque nœud ayant connaissance du niveau d'autorité maximal du sous-réseau auquel il peut appartenir, ces nœuds. De manière avantageuse, ces nœuds pourront émettre une balise radio dite « basse consommation » (émission pendant 320ms puis silence de 10s).

En outre, un nœud d'un sous-réseau présentant le niveau d'autorité maximal ne diffusera une balise radio que dans certains cas, comme on le verra dans la suite.

10 Soit un nœud maître M1 du premier sous-réseau SS1 de la figure 4 ayant un niveau d'autorité inférieur au nœud maître M2 du second sous-réseau SS2 de la figure 4. Les nœuds N1 et N2 balaient SCAN leur environnement radio 30. Soit également un nœud maître M3 du troisième sous-réseau SS3 ayant le niveau d'autorité maximal que peuvent prendre des nœuds de sous-réseau.

15 A noter que si le niveau d'autorité du maître du sous-réseau auquel appartient le nœud détecté est inférieur au niveau d'autorité du maître du sous-réseau du nœud l'ayant détecté, le nœud en question continue de balayer son environnement radio et émettra une balise pendant 10s (afin de signaler sa synchronisation sur un maître ayant un niveau d'autorité plus élevé).

On distingue deux cas qui sont gérés différemment.

25 1<sup>er</sup> cas : Le nœud N1 est compris dans les nœuds qui diffusent des balises, le nœud N2 est aussi compris dans les nœuds qui diffusent des balises. Ce cas s'applique que le nœud diffuse une balise basse consommation ou de manière permanente. La figure 7 illustre des étapes S mises en œuvre dans ce cas avec  $i=2$ .

30 2<sup>nd</sup> cas : Le nœud N1 est compris dans les nœuds qui diffusent des balises (il fait partie des nœuds diffusant une balise basse consommation), le nœud N3 n'est pas compris dans les nœuds qui diffusent des balises

puisqu'il présente le niveau d'autorité maximal. La figure 8 illustre des étapes mises en œuvre dans ce cas.

1<sup>er</sup> cas :

5 Dans ce 1<sup>er</sup> cas, le nœud N2 est détectable puisqu'il diffuse DIFF une balise radio.

Après avoir détecté le nœud N2, le nœud N1 va mettre en œuvre une comparaison COMP des niveaux d'autorité des nœuds maîtres M1, M2 des sous-réseaux SS1, SS2.

10 A l'issue de la comparaison COMP, la synchronisation SYNC va donc être déclenchée puisque le nœud M2 dispose d'un niveau d'autorité plus élevé que le nœud M1.

La synchronisation SYNC consiste à ce que le nœud N1 (qui a détecté le nœud N2) détermine un décalage  $\Delta t$  entre la synchronisation de son sous-réseau et la synchronisation de l'autre sous-réseau.

15 Le nœud N1 transmet alors à son maître M1 de sous-réseau le décalage  $\Delta t$  déterminé pour que ce dernier adapte ADAP la synchronisation de son sous-réseau à la synchronisation de l'autre sous-réseau.

2<sup>nd</sup> cas :

20 Dans le 2<sup>nd</sup> cas, le nœud N3 est indétectable puisqu'il est synchronisé sur le nœud maître M3 de plus haute autorité. En revanche, il peut balayer SCAN son environnement radio pour ensuite se rendre détectable afin qu'une synchronisation soit possible. Le nœud N3 appartenant au sous-réseau SS3 balaie donc son environnement radio 30 et détecte DET un nœud N1 appartenant au sous-réseau SS1. Le nœud N1 est détectable  
25 parce qu'il émet une balise étant donné qu'il n'est pas synchronisé au nœud de plus haute autorité du troisième sous-réseau SS3(M3).

Après avoir détecté, le nœud N1, dans le cadre du procédé de synchronisation, le nœud N3 va mettre en œuvre une comparaison COMP des niveaux d'autorité des nœuds maîtres M1, M3 des sous-réseaux SS1, SS3.  
30

Le nœud N3 va alors proposer sa synchronisation en émettant une balise radio pendant une certaine durée, typiquement de 10s.

Comme le nœud N1 balaie aussi son environnement radio 30 il peut maintenant détecter DET le nœud N3 appartenant au sous-réseau SS3. Le nœud N1 va mettre en œuvre la comparaison COMP des niveaux d'autorité des nœuds maîtres M1, M3 des sous-réseaux SS1, SS3.

A l'issue de la comparaison COMP, la synchronisation SYNC va donc être déclenchée puisque le nœud M3 dispose d'un niveau d'autorité plus élevé que le nœud M1.

La synchronisation SYNC consiste à ce que le nœud N1 (qui a détecté le nœud N3) détermine un décalage  $\Delta t$  entre la synchronisation de son sous-réseau et la synchronisation de l'autre sous-réseau.

Le nœud N1 transmet alors à son maître M1 de sous-réseau le décalage  $\Delta t$  déterminé pour que ce dernier adapte ADAP la synchronisation de son sous-réseau à la synchronisation de l'autre sous-réseau.

Dans le cas où le nœud dispose d'un module 140 d'écoute pour balayer SCAN l'environnement radio et d'un module 120 d'accès au réseau pour diffuser DIFF la balise radio, la mesure du décalage  $\Delta t$  consiste à mesurer un décalage entre les deux horloges des deux modules 120, 140.

Pour effectuer cette mesure, un lien physique entre les deux modules appelé « synchro port » est utilisé. Le module 140 qui effectue le balayage est l'esclave du module d'écoute qui diffuse la balise radio dite maître au niveau du « synchro port ».

Le module maître génère un signal périodique au début de chaque slot 0 et trame 0.

Lorsque l'esclave reçoit ce signal sur il lit son compteur de bit. Sachant que le module maître génère ce signal sur le bit 0 du slot 0 de la trame 0 le module esclave peut déduire à partir du son compteur de bit (qui permet de déduire le numéro de bit dans le slot, le numéro slot dans la trame et le numéro de trame du module) le décalage en nombre de bit qu'elle observe avec l'autre module.

Si le balayage est effectué sur le même module ce mécanisme n'est pas nécessaire. Le module doit cependant être capable d'entretenir au moins deux compteurs de bits, un pour chaque sous-réseau. La mesure du décalage consiste à faire la différence entre les deux compteurs de bits du  
5 composant.

La détermination du décalage  $\Delta t$  entre la synchronisation de deux sous-réseaux consiste à mesurer un décalage  $\Delta t$  en nombre de slots et en nombre de bits entre les références temporelles (T1, T2) des cycles de communication de chaque nœud.

10 En effet, le maître d'un sous-réseau diffuse une balise B de synchronisation dans des trames TDMA permettant au(x) nœud(s) de son sous-réseau de se synchroniser sur le maître pour que des trames TDMA qui correspondent à des cycles de communication aient la même référence temporelle.

15 La balise de synchronisation est diffusée dans un des slots 0 à 11 d'une trame TDMA selon la norme DECT.

On a schématisé sur la figure 9 une succession de trames TDMA du nœud maître M1 du premier sous-réseau SS1 et une succession de trames  
62 TDMA du nœud maître M2 du second sous-réseau SS2.

20 Comme illustré sur cette figure, il y a un décalage  $\Delta t$  entre les références temporelles T1, T2 des deux premières trames TDMA.

La synchronisation consiste à aligner les deux références temporelles T1, T2.

25 Elle consiste en particulier à aligner les intervalles temporels (synchronisation bit à bits) des trames TDMA et les références temporelles des trames TDMA.

Suite à cette synchronisation, le maître adapte ADAP sa synchronisation. Cette adaptation consiste à ce que le maître et ses esclaves avancent ou retardent leurs compteurs de bits en fonction du décalage  $\Delta t$   
30 simultanément. Ce recalage doit permettre aux nœuds synchronisés sur le maître d'être en phase avec la synchronisation d'un sous-réseau voisin de

plus haute autorité. Cette resynchronisation ne perturbe pas les services en cours dans le sous-réseau resynchronisé.

On détaille ci-dessous les mécanismes utilisés pour la synchronisation et l'adaptation de cette dernière.

5           Après réception ou mesure du décalage temporel  $\Delta t$  le maître du sous-réseau va adapter la synchronisation à son sous-réseau.

Pour resynchroniser son sous-réseau le nœud maître va modifier la valeur du compteur de bit de ses composants radio et celui des composants radio des membres de son sous-réseau simultanément.

10           Il diffuse dans ses balises une information prévenant les membres que le compteur de bit prendra une valeur  $V$  (diffusée dans la balise) au bit 0 du slot 0 de la trame  $N$  ( $N$  est une information diffusée dans la balise) selon l'ancien compteur de bit. Cette information est répétée dans toutes les balises pendant 50 ms avant le changement effectif du compteur de bit.

15           Ainsi, lors de la trame  $N$ , les bandes de bases du maître et les nœuds de son sous-réseau appliqueront le décalage en nombre de bits imposé par ce dernier.

Ainsi à l'issue de la synchronisation du sous-réseau dont le maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont  
20 le maître a le niveau d'autorité le plus fort les deux sous-réseaux SS1, SS2 sont synchronisés.

Chaque sous-réseau peut conserver son maître, il s'agit d'une fusion au niveau des références temporelles des cycles de communication.

25 Il est toutefois possible de fusionner les deux sous-réseaux pour n'avoir qu'un seul réseau dont le maître sera par exemple celui qui a le niveau d'autorité le plus fort.

Une fois resynchronisés, les deux sous-réseaux peuvent partager le même canal de *broadcast*. Ce canal de *broadcast* est utilisé par un protocole de routage exécuté sur chacun des nœuds.

30 Le protocole utilisé est le protocole de routage OLSR décrit par l'IETF dans la norme RFC 3626. Un protocole de routage permet notamment aux

maîtres de sous-réseau de moindre autorité de découvrir une route vers le nœud de plus haute autorité. Une fois que cette route est découverte, ces maîtres de sous-réseau ouvrent et maintiennent une route vers le nœud de plus haute autorité afin d'asservir leurs synchronisations et par là même celle  
5 de leurs subordonnés (les nœuds de leur sous-réseau).

Pour que ce mécanisme puisse fonctionner il faut que la dérive des horloges des maîtres de synchronisation soient suffisamment faible pour qu'un maître de sous-réseau ait le temps d'ouvrir une route vers le nœud de plus haute autorité avant d'être désynchronisé. En cas de désynchronisation  
10 il faudra de nouveau réadapter la synchronisation selon la le procédé précédemment décrit.

## REVENDEICATIONS

1. Procédé de synchronisation de sous-réseaux d'un réseau de terminaux radio, chaque sous-réseau comprenant au moins un terminal radio formant un nœud ayant un niveau d'autorité prédéterminé, le nœud d'un sous-réseau ayant le niveau d'autorité le plus élevé étant maître de synchronisation du sous-réseau, le procédé étant caractérisé en ce que lorsqu'un nœud d'un premier sous-réseau détecte (DET) un nœud d'un second sous-réseau, il comprend les étapes consistant à :
- 10       - comparer (COMP) les niveaux d'autorité des nœuds maîtres de chaque sous-réseau ; et
  - synchroniser (SYNC) le sous-réseau dont le maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont le nœud maître a le niveau d'autorité le plus fort.
- 15
2. Procédé de synchronisation selon la revendication 1 dans lequel la synchronisation (SYNC) est mise en œuvre si le niveau d'autorité du nœud maître du sous-réseau auquel appartient le nœud détecté est supérieur au niveau d'autorité du nœud maître du sous-réseau auquel appartient le nœud l'ayant détecté.
- 20
3. Procédé de synchronisation selon l'une des revendications précédentes dans lequel un nœud du premier sous-réseau détecte (DET) dans son environnement radio un nœud du second sous-réseau.
- 25
4. Procédé de synchronisation selon l'une des revendications précédentes dans lequel un nœud diffuse (DIFF), dans son environnement radio, à intervalles réguliers, une balise radio contenant un identifiant du nœud maître du sous-réseau auquel il appartient.
- 30



5. Procédé de synchronisation selon l'une des revendications précédentes dans lequel un nœud balaie (SCAN) son environnement radio. à intervalles réguliers

- 5 6. Procédé de synchronisation selon l'une des revendications précédentes dans lequel, la synchronisation (SYNC) du sous-réseau dont le nœud maître a le niveau d'autorité le plus faible selon la synchronisation du sous-réseau dont le nœud maître réseau a le niveau d'autorité le plus fort consiste à, ce que le nœud ayant détecté un sous-réseau ayant le nœud maître de plus forte autorité :
- 10
- déterminer (CALC) un décalage ( $\Delta t$ ) entre la synchronisation de son sous-réseau et la synchronisation de l'autre sous-réseau ;
  - transmettre (TRANS) à son nœud maître réseau le décalage déterminé pour que ce dernier adapte (ADAP) la synchronisation de son sous-réseau à la synchronisation de l'autre sous-réseau.
- 15

7. Procédé de synchronisation selon la revendication 6 dans lequel le nœud maître d'un sous-réseau diffuse une balise (B) de synchronisation dans des trames TDMA permettant au(x) nœud(s) de son sous-réseau de se synchroniser sur ledit nœud maître pour que des trames TDMA qui correspondent à des cycles de communication aient la même référence temporelle, la détermination (CALC) du décalage consistant à mesurer un décalage ( $\Delta t$ ) en nombre de slots et en nombre de bits entre les références temporelles (T1, T2).

20

25

8. Procédé de synchronisation selon l'une des revendications 5 à 7 dans lequel l'adaptation (ADAP) consiste à ce que le nœud maître et ses esclaves avancent ou retardent l'émission de la balise de synchronisation en fonction du décalage ( $\Delta t$ ) pour permettre au sous-réseau d'être synchronisé sans perturber leurs services en cours.

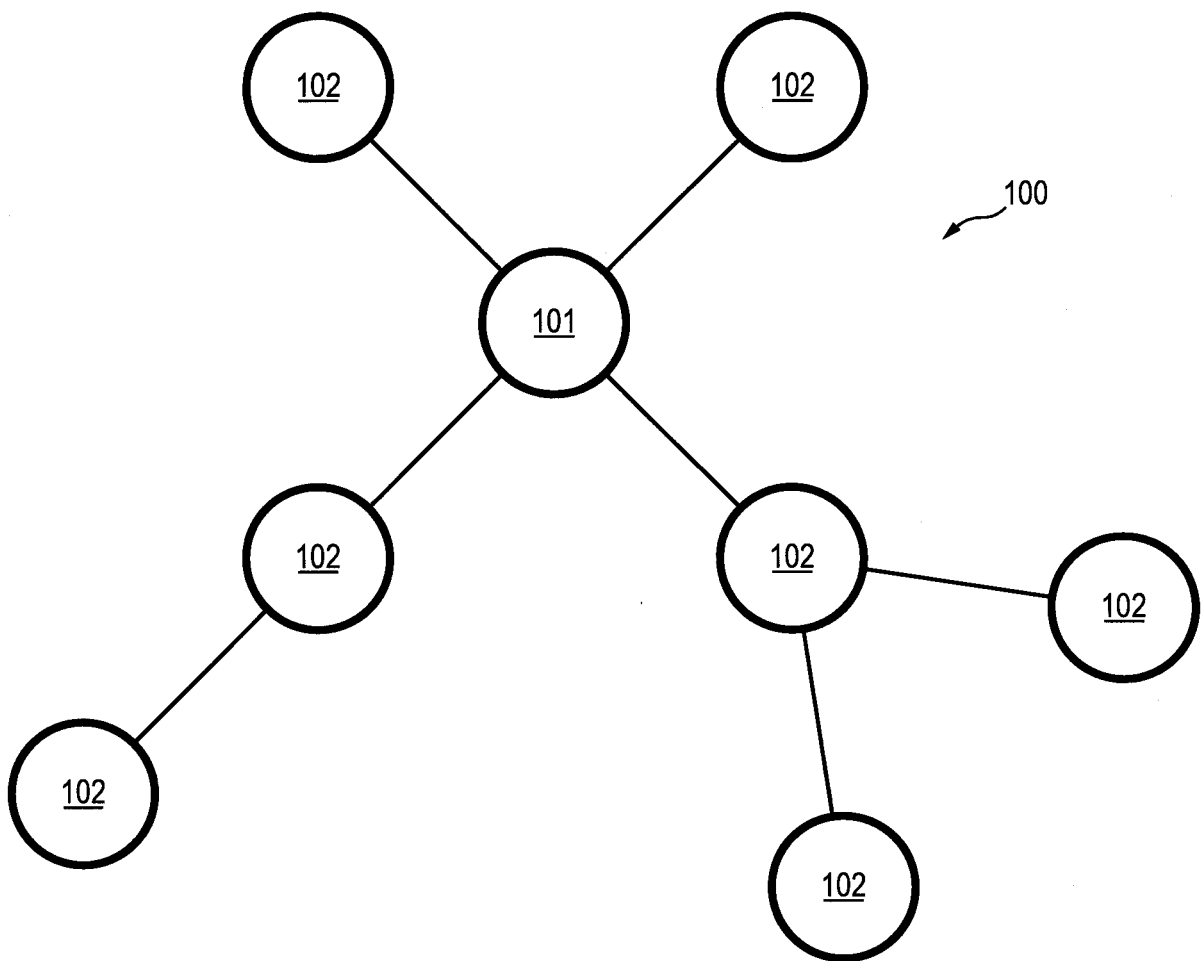
30

9. Procédé de synchronisation selon l'une des revendications précédentes comprenant une étape de fusion du premier sous-réseau avec le second sous-réseau, consistant à former un seul sous-réseau dont le nœud maître est celui ayant le niveau d'autorité le plus élevé, les premier et second sous-  
5 réseaux étant synchronisés.

10. Sous-réseau d'un réseau de terminaux radio comprenant au moins un nœud ayant un niveau d'autorité prédéterminé, le nœud du sous-réseau ayant le niveau d'autorité le plus élevé étant maître de synchronisation du  
10 sous-réseau, chaque nœud comprenant un processeur configuré pour mettre en œuvre le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes.

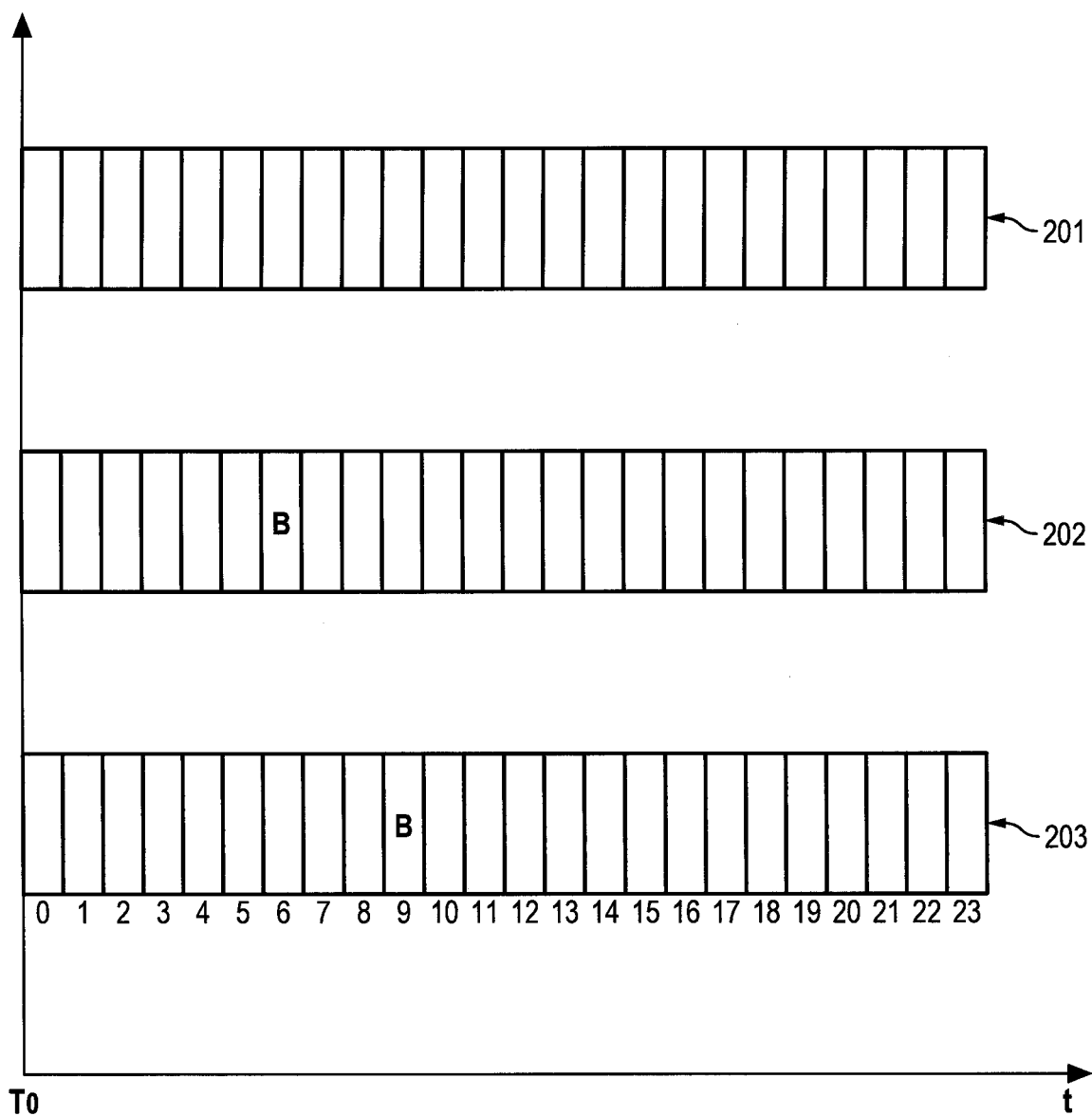
1/6

FIG. 1



2/6

FIG. 2



3/6

FIG. 3

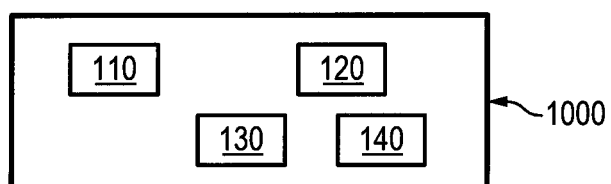


FIG. 4

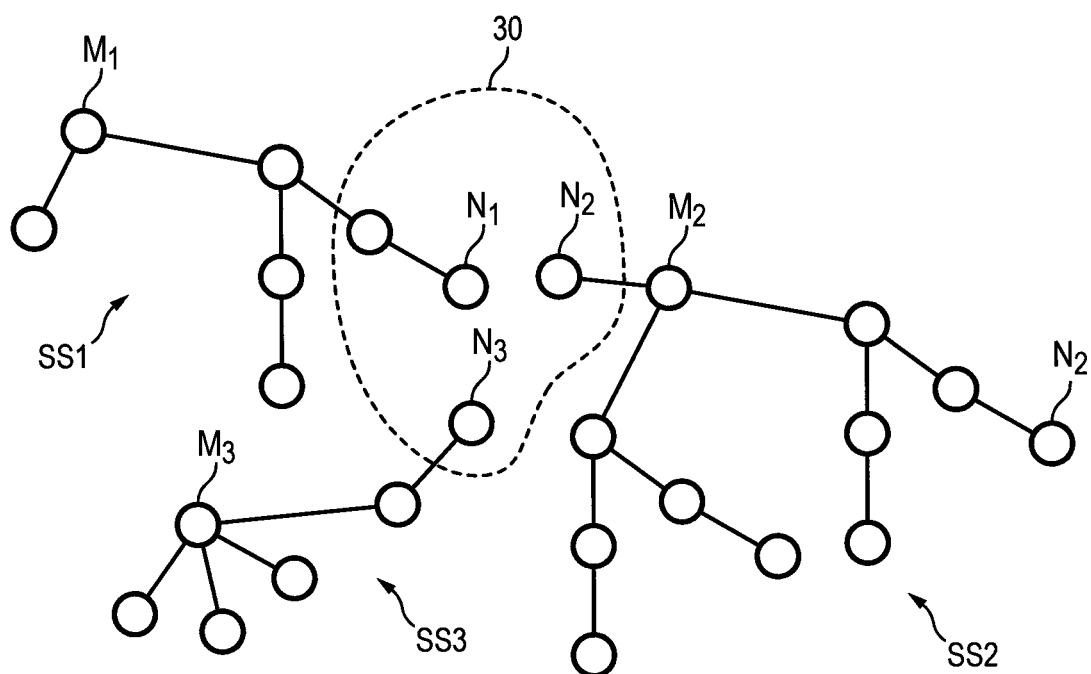


FIG. 5

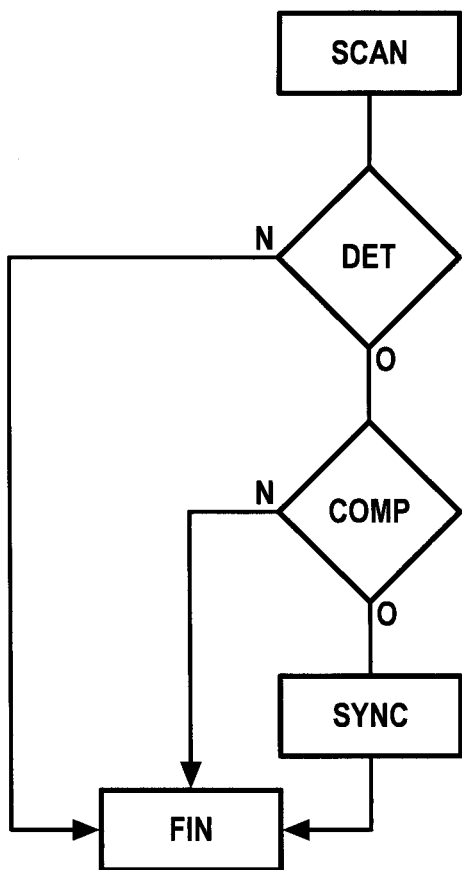
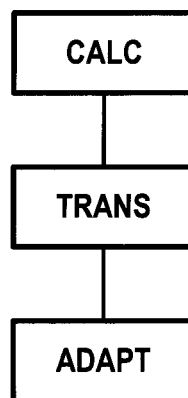


FIG. 6



← SYNC

5/6

FIG. 7

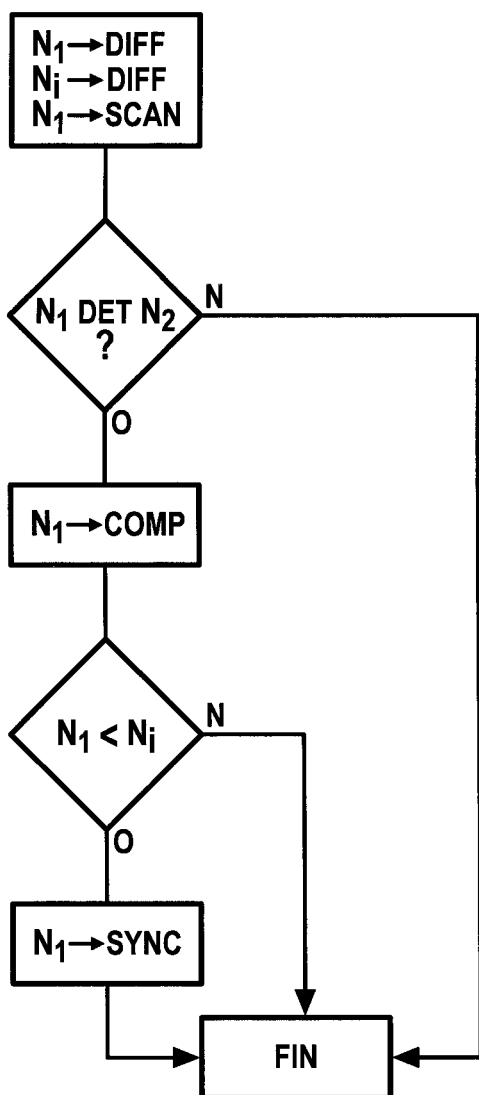
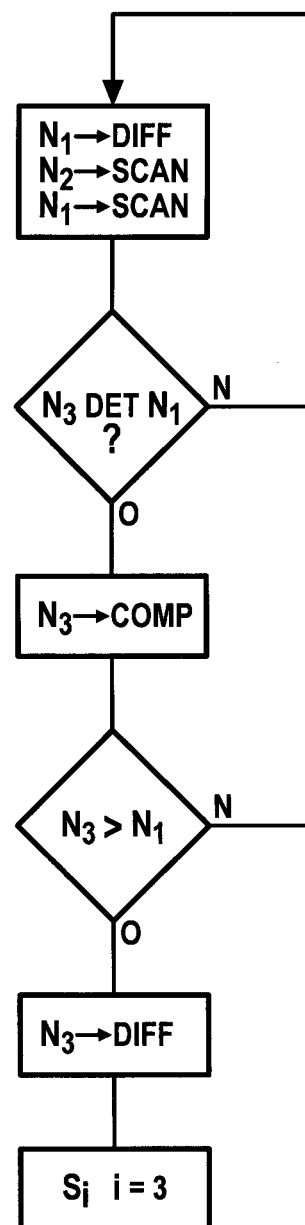
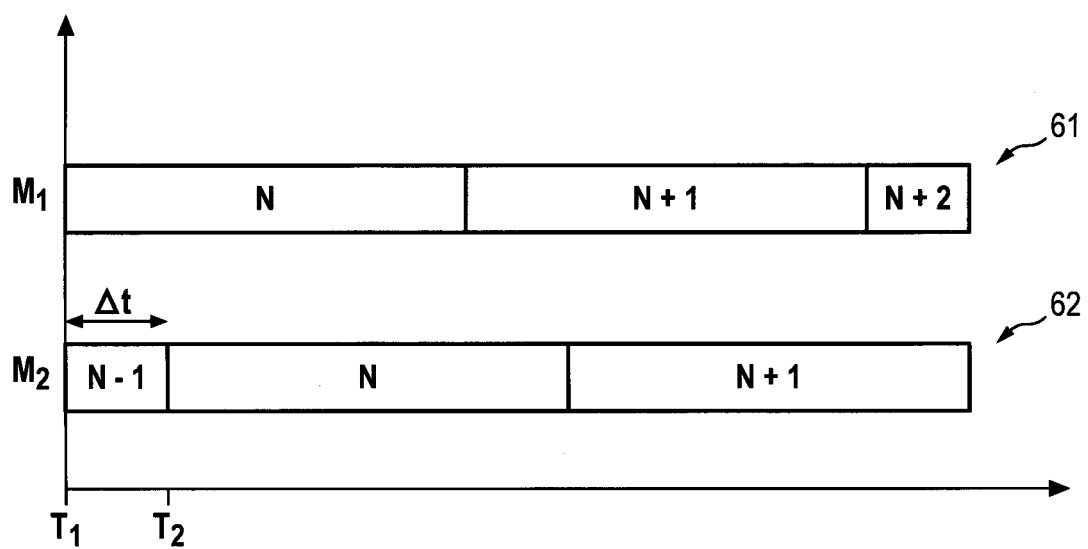


FIG. 8



6/6

FIG. 9







**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

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

FA 761532  
FR 1160761

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 2009/122782 A1 (HORN GAVIN BERNARD [US] ET AL) 14 mai 2009 (2009-05-14) * alinéa [0034] * * alinéa [0039] - alinéa [0047] * * alinéa [0051] - alinéa [0053] * * alinéa [0058] * * alinéa [0077] * * alinéa [0104] - alinéa [0107] * * alinéa [0138] * * alinéa [0145] - alinéa [0146] * * figures 1-4,8,12,13 *	1-10	H04L12/28 H04L12/56 H04W56/00
X	US 2011/255527 A1 (CHOWDHARY DIPENDRA M [US] ET AL) 20 octobre 2011 (2011-10-20) * alinéa [0019] - alinéa [0020] * * alinéa [0030] - alinéa [0033] * * alinéa [0036] * * alinéa [0043] - alinéa [0046] * * alinéa [0049] - alinéa [0050] * * figures 1-11 *	1-10	
X	EP 2 200 394 A1 (RTX TELECOM AS [DK]) 23 juin 2010 (2010-06-23) * alinéa [0001] - alinéa [0002] * * alinéa [0010] * * alinéa [0016] * * alinéa [0027] * * alinéa [0029] * * alinéa [0032] * * figures 1-5 *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04J H04W
-----			
-----		-/--	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 juillet 2012		Marongiu, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)



**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement national

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

FA 761532  
FR 1160761

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 2009/290511 A1 (BUDAMPATI RAMAKRISHNA S [US] ET AL) 26 novembre 2009 (2009-11-26) * alinéa [0003] * * alinéa [0006] - alinéa [0008] * * alinéa [0033] * * alinéa [0035] * * alinéa [0043] - alinéa [0047] * * alinéa [0064] - alinéa [0065]; figures 1-4,10 * -----	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
16 juillet 2012		Marongiu, M	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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		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	

1  
EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1160761 FA 761532**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **16-07-2012**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2009122782 A1	14-05-2009	AUCUN	
US 2011255527 A1	20-10-2011	US 2011255527 A1 WO 2011129860 A1	20-10-2011 20-10-2011
EP 2200394 A1	23-06-2010	AU 2009328764 A1 EP 2200394 A1 JP 2012512579 A US 2011310754 A1 WO 2010069332 A1	28-07-2011 23-06-2010 31-05-2012 22-12-2011 24-06-2010
US 2009290511 A1	26-11-2009	US 2009290511 A1 US 2009290572 A1	26-11-2009 26-11-2009