

(19)



(11)

**EP 2 401 729 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:

**29.08.2018 Bulletin 2018/35**

(51) Int Cl.:

**G08C 17/02 (2006.01)**

(21) Numéro de dépôt: **10708387.5**

(86) Numéro de dépôt international:

**PCT/IB2010/050829**

(22) Date de dépôt: **25.02.2010**

(87) Numéro de publication internationale:

**WO 2010/097772 (02.09.2010 Gazette 2010/35)**

(54) **RÉCEPTEUR BI-PROTOCOLE POUR ÉMETTEUR À ÉNERGIE RÉDUITE**

ZWEIPROTOKOLLEMPFÄNGER FÜR EINEN ENERGIEARMEN SENDER

DUAL PROTOCOL RECEIVER FOR A LOW-ENERGY TRANSMITTER

(84) Etats contractants désignés:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

• **RAMUS, Michel**

**F-74800 Amancy (FR)**

• **GREHANT, Bernard**

**F-74300 Nancy-sur-cluses (FR)**

(30) Priorité: **27.02.2009 FR 0900918**

(74) Mandataire: **Bugnion Genève**

**Bugnion SA**

(43) Date de publication de la demande:

**04.01.2012 Bulletin 2012/01**

**10, route de Florissant**

**Case Postale 375**

**1211 Genève 12 (CH)**

(73) Titulaire: **SOMFY ACTIVITES SA**

**74300 Cluses (FR)**

(56) Documents cités:

**EP-A- 0 836 166 WO-A-2007/036687**

(72) Inventeurs:

• **PELLARIN, Florent**

**F-74370 Saint Martin Bellevue (FR)**

**EP 2 401 729 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne un procédé de scrutation d'un récepteur d'ordres, comprenant un circuit de réception HF dont la fréquence porteuse peut être ajustée, et des éléments de liaison dont les paramètres de débit de communication peuvent être ajustés, lui permettant de communiquer d'une part en émission-réception modulée en fréquence FM bas-débit avec des émetteurs d'ordres ou avec d'autres récepteurs d'ordres appartenant à un même réseau domotique bidirectionnel, et d'autre part au moins en réception FM haut-débit avec au moins un émetteur simple, à très faible réserve énergétique et apte à émettre un signal radiofréquences FM de haut-débit sur une fréquence porteuse fixe lors de chaque activation de l'émetteur simple par un utilisateur. L'invention concerne en outre un format d'émission d'un émetteur simple destiné à communiquer avec un récepteur d'ordres utilisant ledit procédé, un récepteur d'ordres comprenant des moyens matériels et/ou logiciels de mise en oeuvre dudit procédé de scrutation et un émetteur simple utilisant ledit format d'émission. L'invention concerne donc le domaine des communications entre émetteurs d'ordres et récepteurs d'ordres dans un réseau domotique bidirectionnel radiofréquences, lorsque certains récepteurs d'ordres du réseau doivent de plus recevoir des ordres issus d'émetteurs particuliers, dits émetteurs simples, dont la réserve d'énergie est limitée au point de ne pouvoir émettre que trois trames au plus d'un signal radiofréquences lors de chaque activation de l'émetteur simple par un utilisateur.

**[0002]** L'invention s'applique en particulier au cas où seules deux trames complètes de signal peuvent être émises lors de chaque activation ou encore au cas où l'émission comprend une trame complète ou deux trames complètes accompagnée(s) d'une ou plusieurs trames partielles, pour un contenu énergétique inférieur à celui de trois trames complètes.

**[0003]** Le problème est d'assurer qu'un ordre émis par un émetteur simple sera bien capté par un récepteur d'ordres du réseau, malgré l'usage de protocoles différents.

**[0004]** En effet, le réseau domotique utilise un protocole qualifié de bas-débit, pour optimiser la portée des communications point à point, alors que l'émetteur simple utilise un protocole haut-débit, afin de transmettre l'information utile en un minimum de temps et ainsi économiser l'énergie. De plus, les fréquences de porteuse peuvent être différentes entre les deux protocoles, et sont nécessairement différentes dans le cas où le protocole du réseau utilise un mécanisme d'agilité fréquentielle par saut de fréquence.

**[0005]** L'invention s'applique en particulier au cas où trois canaux de fréquences différentes sont utilisés par le réseau domotique.

**[0006]** Il est clair que l'émission du signal par l'émetteur simple est totalement asynchrone par rapport au trafic sur le réseau. La perturbation engendrée par cette émission vis-à-vis du protocole réseau est mineure dans la

mesure où elle peut être corrigée par les mécanismes de répétition du protocole réseau. Le problème essentiel reste donc que cette émission asynchrone puisse produire un contenu utile au moment où le récepteur d'ordres écoute avec les paramétrages de débit et de fréquence correspondant à l'émetteur simple.

**[0007]** Un tel émetteur simple est par exemple décrit dans le brevet EP 0836166. La génération d'énergie électrique est directement provoquée par transformation de l'énergie mécanique fournie par l'utilisateur lors d'un appui sur une touche de commande de l'émetteur.

**[0008]** La demande de brevet EP 1858203 décrit également l'usage d'un émetteur simple dans un réseau domotique de type « Zigbee ». Dans un tel réseau, la portée de communications entre éléments du réseau est faible, compensée par une stratégie de répétition des messages par les éléments du réseau servant de relais. Il en résulte que les débits de communication peuvent être élevés. De ce fait, l'émetteur simple et les éléments du réseau communiquent avec un même débit élevé et sur une même plage de fréquences, ce qui permet la lecture par le récepteur d'ordres d'un début de message, que celui-ci provienne d'un émetteur simple ou d'un autre élément du réseau.

**[0009]** Il est connu de la demande de brevet WO 03/088604 de transmettre des informations vers différents récepteurs sous forme de trames de données entrelacées de manière à pouvoir s'adapter au débit de réception de données de chaque récepteur.

**[0010]** La demande de brevet US 2008/0253327 décrit des réseaux de capteurs (ou d'actionneurs) regroupés sous forme d'associations ou « clusters » comprenant chacune un noeud-maître et des « sous-noeuds ». La communication est effectuée sur une fréquence différente dans chaque cluster, tout en laissant libres des créneaux temporels pour permettre la communication d'un cluster à l'autre, celle-ci étant effectuée par le noeud-maître d'un premier cluster vers le noeud-maître d'un deuxième cluster en utilisant la fréquence du deuxième cluster.

**[0011]** Le brevet US 6,072,803 décrit un système apte à déterminer si une communication Ethernet filaire est exécutée à 10Mb/s ou à 100 Mb/s. Le système comprend un premier *transceiver* apte à communiquer à 10Mb/s et un deuxième *transceiver* apte à communiquer à 100 Mb/s. Quand le premier *transceiver* détecte l'existence d'une communication, celle-ci peut être aussi bien à haut-débit qu'à bas-débit, tandis que quand le deuxième *transceiver* détecte l'existence d'une communication, celle-ci est nécessairement à haut-débit. Il y a successivement validation et interrogation du premier *transceiver* puis du deuxième *transceiver* pour déterminer le débit utilisé.

**[0012]** Le brevet US 7,483,403 décrit un réseau dans lequel les capteurs ou actionneurs sont périodiquement activés entre deux périodes de sommeil. Une lecture préalable d'un indicateur de signal radiofréquences (RSSI) permet de n'activer le réveil complet d'un élément que si une telle présence de signal radiofréquences est

détectée (à la bonne fréquence), et si une séquence particulière de préambule est ensuite reconnue, par exemple une alternance de bits à l'état haut et de bits à l'état bas. Plusieurs canaux sont utilisés, et ceux-ci sont échantillonnés successivement en suivant une séquence correspondant à l'ordre de priorité des canaux.

**[0013]** Le brevet US 3,663,762 décrit un système cellulaire de téléphonie mobile de première génération. Le système comprend en particulier un mécanisme de transfert inter-cellulaire (en anglais : *Handover*) basé sur la mesure d'amplitude radio des signaux reçus par les antennes des stations fixes (*Base Station*) des six cellules voisines de la cellule ayant établi la communication avec le poste mobile. Ce mécanisme de transfert résultant de mesures par les éléments de base du réseau sera par la suite désigné par NAHO (*Network assisted handover*).

**[0014]** Inversement, le brevet US 5,327,575 prévoit un transfert inter-cellulaire basé sur une information fournie à la station fixe par le poste mobile, cette information résultant de mesures effectuées par le poste mobile sur l'amplitude des porteuses qu'il reçoit, provenant des six cellules adjacentes dont la liste lui a été fournie par la station fixe de la cellule en cours, sur un canal logique de signalisation et de service (multiplexé avec le canal logique de flux de données). Ce mécanisme de transfert inter-cellulaire est désigné par MAHO (*Mobile assisted handover*). Ces mécanismes nécessitent un scanning de différentes fréquences, non utilisées dans la communication en cours, pendant des créneaux temporels prédéfinis.

**[0015]** La demande de brevet EP 1962530 décrit de même un système de communications mobile cellulaire permettant la coexistence de système d'ancienne génération (GSM) et de nouvelle génération (UTMS). Dans le réseau GSM, le processus MAHO nécessite l'insertion de périodes d'observation des autres fréquences porteuses pendant le flot de communication des trames de données et de signaux de contrôle. Ce mécanisme d'observation peut être mis à profit pour la détection de signaux de type GSM pendant une communication de type UTMS. Le brevet prévoit une modification du débit (et de la puissance) des trames de communication normalement remplacées par la période d'observation, de manière à pouvoir les émettre pendant une durée plus brève et ainsi dégager une durée suffisante pour la période d'observation. Le changement de débit a donc lieu dans le cadre de la communication réseau.

**[0016]** Plus anciennement, le brevet US 5,381,443 décrit un réseau cellulaire dans lequel deux protocoles de communication sont utilisés, l'un de bas niveau (pour des postes mobiles affectés à des piétons), l'autre de haut niveau (pour des postes mobiles affectés à des automobiles par exemple). Le protocole bas niveau est à fréquence fixe tandis que le protocole haut-niveau est à saut de fréquence. Dans les deux cas, les formats de trame sont différents mais le débit réel de communication est le même (500 Kbps) ce qui permet d'utiliser un même

démodulateur dans les deux configurations. Le passage d'une configuration à l'autre est commandée par un interrupteur manuel ou alternativement résulte d'une décision automatique, par exemple si aucun format bas-niveau n'est détecté ou si un taux d'erreurs mesuré devient excessif.

**[0017]** La structure du signal émis par l'émetteur simple doit être particulièrement bien adaptée à la gestion de deux protocoles différents par le récepteur d'ordres. La demande de brevet WO 2005/093682 décrit de manière inverse plusieurs paradigmes de réveil d'un récepteur d'ordres à faible réserve énergétique lorsque le signal d'émission comprend un préambule long formé d'une succession d'impulsions (états hauts suivis d'états bas). Le récepteur d'ordres reste en écoute s'il identifie la présence d'un état haut au cours d'un réveil et repasse en mode sommeil dans le cas contraire.

**[0018]** L'art antérieur ne donne pas de solution simple et satisfaisante pour rendre un récepteur « bi-protocole » capable de recevoir de manière certaine un signal émis à haut-débit, sur trois trames au plus, par un émetteur simple à très faible réserve énergétique, tout en satisfaisant les exigences de fonctionnement d'un réseau domotique à bas-débit. Il ne donne pas plus de solution sur le choix de la structure du signal émis par l'émetteur simple.

**[0019]** Selon l'invention, le procédé de scrutation d'un récepteur d'ordres, comprend un circuit de réception HF dont la fréquence porteuse peut être ajustée, et des éléments de liaison dont les paramètres de débit de communication peuvent être ajustés, lui permettant de communiquer d'une part en émission-réception modulée en fréquence FM bas-débit avec des émetteurs d'ordres ou avec d'autres récepteurs d'ordres appartenant à un même réseau domotique bidirectionnel, et d'autre part au moins en réception FM haut-débit avec au moins un émetteur simple, à très faible réserve énergétique et apte à émettre un signal radiofréquences FM de haut-débit sur une fréquence porteuse fixe lors de chaque activation de l'émetteur simple par un utilisateur, dans lequel, dans un mode de veille, le récepteur d'ordres alterne de manière répétitive une première période d'écoute en haut-débit et une deuxième période d'écoute en bas-débit, cette alternance étant adaptée pour assurer la lecture d'une trame complète de l'émetteur simple y compris lorsque la réserve énergétique de l'émetteur simple limite l'émission à moins de trois trames complètes.

**[0020]** Selon une variante de l'invention, le passage d'un mode d'écoute en haut-débit à un mode d'écoute en bas-débit peut être indépendant de l'état d'un indicateur d'amplitude de signal radio ou de toute mesure d'amplitude de signal radio.

**[0021]** Selon une variante de l'invention, le récepteur peut être maintenu dans un mode d'écoute haut-débit si un signal de préambule est capté, pendant une durée au moins égale à la durée séparant deux périodes de modulation de l'émetteur simple ou au moins égale à la période d'écoute en bas-débit.

**[0022]** Selon une variante de l'invention, la période d'écoute en bas-débit peut avoir lieu de manière répétée successivement sur une première fréquence porteuse, puis sur une deuxième fréquence porteuse, puis sur une troisième fréquence porteuse.

**[0023]** Selon une variante de l'invention, la fréquence porteuse de l'émetteur simple peut être égale à la fréquence porteuse du réseau domotique, celle-ci étant constante, ou reste égale à l'une des fréquences porteuses du réseau domotique si celui-ci comporte un mécanisme d'agilité fréquentielle.

**[0024]** Selon une variante de l'invention, la somme de la durée de la période d'écoute haut-débit et de la durée de la période d'écoute bas-débit peut être égale à une période de scrutation du réseau domotique, durée pendant laquelle une même fréquence porteuse est utilisée.

**[0025]** Selon une variante de l'invention, il se peut que seules deux trames complètes de signal soient émises lors de chaque activation de l'émetteur simple ou le signal d'émission de l'émetteur simple peut comprendre une trame complète ou deux trames complètes accompagnée(s) d'une ou plusieurs trames partielles, pour un contenu énergétique total inférieur à celui de trois trames complètes.

**[0026]** Selon l'invention, le format d'émission d'un émetteur simple, destiné à communiquer avec un récepteur d'ordres utilisant le procédé de scrutation tel que décrit ci-dessus, est tel que le signal d'émission comprend deux trames dont au moins la deuxième trame est une trame complète, séparées par une durée de séparation telle que :

- au moins deux octets de préambule de chaque trame sont compris dans une même durée d'écoute effective haut-débit, la durée d'écoute effective étant égale à la première période d'écoute diminuée d'un temps d'établissement nécessaire à la stabilisation des éléments de liaison et du circuit de réception HF lorsque leurs paramètres de débit ou la fréquence porteuse sont modifiés,
- au moins deux octets de préambule de chaque trame sont compris dans deux séquences consécutives d'écoute effective haut-débit.

**[0027]** Alternativement, le format d'émission selon l'invention d'un émetteur simple, destiné à communiquer avec un récepteur d'ordres utilisant le procédé de scrutation tel que décrit ci-dessus, est tel que le signal d'émission comprend une seule trame complète, précédée d'une première trame partielle et d'une deuxième trame partielle comprenant chacune au moins trois octets de préambule, séparées mutuellement par une première durée de séparation et par une deuxième durée de séparation telles que :

- au moins deux trames partielles sont comprises dans une même durée d'écoute effective haut-débit, la durée d'écoute effective étant égale à la première

période d'écoute diminuée d'un temps d'établissement nécessaire à la stabilisation des éléments de liaison et du circuit de réception HF lorsque leurs paramètres de débit ou la fréquence porteuse sont modifiés,

- au moins deux octets de préambule de la première trame partielle et de la trame complète sont compris dans deux séquences consécutives d'écoute effective haut-débit.

**[0028]** Alternativement, le format d'émission d'un émetteur simple selon l'invention, destiné à communiquer avec un récepteur d'ordres utilisant le procédé de scrutation tel que décrit ci-dessus, est tel que le signal d'émission comprend deux trames complètes précédées d'une trame partielle ou encadrant une trame partielle, comprenant chacune au moins trois octets de préambule de telle sorte que :

- au moins deux octets de préambule de deux trames consécutives sont compris dans une même durée d'écoute effective haut-débit, la durée d'écoute effective étant égale à la période d'écoute diminuée d'un temps d'établissement nécessaire à la stabilisation d'éléments du récepteur d'ordres lorsque leurs paramètres de débit sont modifiés,
- au moins deux octets de préambule de la première trame et de la dernière trame sont compris dans deux séquences consécutives d'écoute effective haut-débit.

**[0029]** Selon l'invention, le récepteur d'ordres comprend des moyens matériels et/ou logiciels de mise en oeuvre du procédé de scrutation tel que décrit ci-dessus.

**[0030]** Selon l'invention, l'émetteur met en oeuvre le format d'émission tel que décrit ci-dessus.

La figure 1 représente une installation comprenant d'une part un émetteur simple, et d'autre part un récepteur d'ordres selon l'invention, un émetteur d'ordres et un autre récepteur d'ordres, appartenant tous trois à un réseau domotique.

La figure 2 représente une trame de signal du réseau domotique.

La figure 3 représente une séquence de scrutation de canaux pour un récepteur d'ordres du réseau domotique.

La figure 4 représente la puissance et l'énergie consommée par l'émetteur d'ordre lors de l'émission d'un signal.

La figure 5 représente un procédé de scrutation utilisant un indicateur d'amplitude de signal radio (RSSI).

La figure 6 représente le procédé de scrutation selon l'invention.

La figure 7 représente une première variante du procédé de scrutation selon l'invention.

La figure 8 représente temporellement une scruta-

tion appliquant la première variante.

La figure 9 représente une étape complémentaire, relative à une deuxième variante.

La figure 10 représente une étape de dimensionnement préalable à la mise en oeuvre du procédé de scrutation.

La figure 11A représente un format de trame d'émission de l'émetteur simple.

La figure 11B représente un premier type de format d'émission de l'émetteur simple.

La figure 11C représente un deuxième type de format d'émission de l'émetteur simple.

**[0031]** La figure 1 représente une installation comprenant d'une part un émetteur simple 30, et d'autre part un premier récepteur d'ordres 40 selon l'invention, un émetteur d'ordres 10 et un deuxième récepteur d'ordres 20, appartenant tous trois à un réseau domotique. Par réseau domotique, on entend que les différents éléments du réseau permettent la commande d'appareils de chauffage, de climatisation, d'éclairage, de protection solaire, de ventilation naturelle, de fermeture ou d'alarme dans un bâtiment ou à ses abords.

**[0032]** La communication en éléments du réseau domotique s'effectue en ondes radio modulées en fréquence (FM) et de manière bidirectionnelle, comme symbolisé par une triple flèche pleine 2W. La fréquence porteuse du réseau est désignée par FN. Pour favoriser une transmission directe à grande distance (par exemple 300 mètres en champ libre), un faible débit LBR (« Low Bit Rate ») est utilisé, par exemple 38.4 Kbps.

**[0033]** Le fonctionnement bidirectionnel permet de s'assurer de la bonne réception d'un ordre ou de sa bonne exécution par le destinataire. Il permet aussi à un élément de s'assurer, avant d'émettre, que la fréquence d'émission est libre, selon un procédé dit LBT (« Listen Before Talk »).

**[0034]** Bien que les éléments du réseau soient bidirectionnels, on les représente sur la figure par leur fonction principale : émetteur radio pour un émetteur d'ordres (ou un capteur), récepteur radio pour un récepteur d'ordres. Un même circuit « transceiver » permet de fonctionner indifféremment en émetteur ou en récepteur.

**[0035]** L'émetteur d'ordres 10 comprend un émetteur HF bas-débit 11, comprenant un dispositif de modulation bas-débit modulant la porteuse émise selon l'ordre à transmettre, raccordé à une antenne d'émission 11a.

**[0036]** Le premier récepteur d'ordres 40 comprend un circuit de réception HF 41, raccordé d'une part à une antenne de réception 41a, et d'autre part à un circuit démodulateur 42. Le circuit démodulateur 42 est raccordé à une unité de réception série (UART) 43 et celle-ci est raccordée à une unité de contrôle 44. Il s'agit d'une représentation fonctionnelle : le démodulateur et le circuit de réception HF peuvent être regroupés dans un même circuit intégré, tandis que l'unité de réception série et l'unité de contrôle sont typiquement regroupées dans un même circuit intégré, par exemple un micro-contrôleur.

Les circuits ci-dessus et l'UART sont de plus bidirectionnels pour permettre le dialogue du premier récepteur d'ordres avec les autres éléments du réseau.

**[0037]** L'unité de contrôle est raccordée à un premier actionneur domotique 45, par exemple un moteur d'entraînement de volet roulant, de store ou de porte de garage.

**[0038]** Le circuit de réception HF est muni d'une sortie RSSI indiquant la force ou l'amplitude du signal radio émis. Cette sortie est de type analogique. Une liaison d'amplitude de signal 46 raccorde la sortie RSSI à une entrée analogique de l'unité de contrôle 44.

**[0039]** Le circuit de réception HF est également muni d'une entrée de commande de la fréquence porteuse, reliée à l'unité de contrôle par une ligne de commande de fréquence 49, permettant d'ajuster la valeur FN de la fréquence porteuse.

**[0040]** Le circuit démodulateur 42 peut fonctionner en mode bas-débit (LBR), mais aussi en mode haut-débit (HBR) selon l'état d'une ligne de commande de débit 47. Cette ligne de commande relie une sortie logique de l'unité de contrôle à une entrée logique du démodulateur. Le mode haut-débit est par exemple 115 Kbps.

**[0041]** De même, l'unité de réception série 43 peut fonctionner en mode bas-débit (LBR), mais aussi en mode haut-débit (HBR) selon l'état d'une ligne de commande série 48. Cette ligne de commande relie une sortie logique de l'unité de contrôle à une entrée logique du démodulateur.

**[0042]** Un changement de débit peut aussi s'accompagner d'un changement de structure série de l'UART, par exemple sur le nombre et la nature des éléments binaires accompagnant chaque octet (bit de début, bit de fin etc.).

**[0043]** Le circuit démodulateur et l'unité de réception série constituent donc des éléments de liaison dont les paramètres de débit de communication peuvent être ajustés.

**[0044]** Le deuxième récepteur d'ordres 20 comprend des éléments identiques à ceux du premier récepteur d'ordres 40. Par convention, des éléments de même chiffre unitaire sont identiques. On n'a pas représenté la liaison d'amplitude de signal, ni la ligne de commande débit, ni la ligne de commande série.

**[0045]** Alternativement, le démodulateur 22 et l'unité de réception série 23 du deuxième récepteur d'ordres ne fonctionnent qu'en mode bas-débit, auquel cas les lignes de commande sont inutiles.

**[0046]** L'émetteur simple 30 comprend un émetteur HF haut-débit 31 raccordé à une antenne d'émission 31a. Il comprend également un microcontrôleur 32 et des touches de commande 33. L'action sur une touche de commande provoque un transfert d'énergie 34, vers un convertisseur mécanique-électrique 35 comprenant un condensateur de stockage 35a, comme décrit dans l'art antérieur.

**[0047]** Une liaison clavier 32a raccorde les touches de commande 33 au microcontrôleur. Une première ligne

d'alimentation 35b relie le convertisseur à l'alimentation Vcc du microcontrôleur. Cette première ligne d'alimentation est raccordée à un interrupteur commandé 36 également raccordé à une deuxième ligne d'alimentation 31c reliée à l'alimentation Vdd de l'émetteur HF. L'interrupteur commandé est relié à une sortie logique du microcontrôleur par une ligne d'activation 32b. Une ligne de commande 31b relie une sortie du microcontrôleur à une entrée de l'émetteur HF haut-débit.

**[0048]** Lors de l'activation d'une touche par l'utilisateur, l'énergie mécanique de mouvement est convertie en énergie électrique dans le condensateur de stockage. Il y a aussitôt alimentation du microcontrôleur qui analyse quelle touche a été activée et qui prépare un signal de commande correspondant.

**[0049]** Pour économiser l'énergie, l'émetteur HF haut-débit n'est alimenté que pendant des durées courtes, nécessaires à la transmission du signal de commande par le microcontrôleur sur la ligne de commande et à son émission sur l'antenne. Lors de chaque émission, la réserve d'énergie électrique stockée dans le condensateur de stockage diminue, et de même la tension aux bornes de ce dernier. Seules quelques trames (ou paquets) peuvent donc être émises, trois trames au maximum.

**[0050]** L'émission de l'émetteur simple, en modulation de fréquence FM d'une porteuse de fréquence F0, est représentée par une flèche pleine, unidirectionnelle 1W.

**[0051]** La figure 2 représente une trame de signal du réseau domotique, lors d'une ouverture de session. Un trait pointillé représente le niveau de porteuse 50, celle-ci ayant une fréquence FN. En trait plein figurent les blocs de modulation de la porteuse. Un premier octet de préambule 51 module la porteuse, puis un deuxième octet de préambule 52 et ainsi de suite jusqu'à un cinquante-deuxième octet de préambule 54. Chaque octet de préambule est, comme dans l'art antérieur, formé d'une succession d'états haut et bas, soit 55H en hexadécimal. Pour un débit de 38400 bits par seconde, la durée du préambule est donc égale à 14 ms, compte-tenu de la présence des bits de début et de fin. Vient ensuite la modulation des données utiles 55. Deux autres octets peuvent être insérés avant les données utiles pour la synchronisation de l'UART et/ou le démarrage de l'acquisition.

**[0052]** Le protocole utilisé sur le réseau domotique, par exemple dans le réseau « io-homecontrol » (marque déposée), nécessite que seulement deux octets de préambule consécutifs soient détectés pour conclure à la présence d'un signal.

**[0053]** Le fait qu'un préambule de début de session soit aussi long s'explique par les contraintes de réveil d'éléments autonomes placés en mode de sommeil, et par le mécanisme de saut de fréquence décrit ci-dessous.

**[0054]** La figure 3 représente une séquence de scrutation de canaux pour un récepteur d'ordres du réseau domotique. En effet, le réseau domotique utilise un mécanisme d'agilité en fréquence tel que trois canaux sont

disponibles, par exemple dans une gamme de fréquences autorisée ISM (Industrie Scientifique & Médical) 868 MHz.

**[0055]** La fréquence FN peut donc être, selon les communications, une première fréquence F1, une deuxième fréquence F2 ou une troisième fréquence F3. Aussi, un émetteur d'ordres se met-il en écoute sur un premier canal. S'il constate une activité radio sur ce premier canal, il écoute un deuxième canal et ainsi de suite : il n'émet que sur un canal libre au moment de l'écoute préalable.

**[0056]** Inversement, un récepteur d'ordres scrute un premier canal de fréquence F1 pendant 3 ms, puis un deuxième canal de fréquence F2 pendant 3 ms, puis un troisième canal de fréquence F3 pendant 3 ms et de nouveau le premier canal, et ainsi de suite en absence de toute porteuse. De manière plus générale, on désigne par TFN la durée ou période d'une scrutation réseau. (TFN = 3 ms dans le cas considéré).

**[0057]** Dès qu'un préambule est détecté sur un canal, le récepteur reste sur ce canal dont la fréquence devient la fréquence FN de communication sur le réseau, ceci jusqu'à l'issue d'une session de communication. Le préambule long de 14 ms assure donc, pour un élément du réseau domotique, au moins deux chances successives de capter les octets de préambule sur le canal où ils sont émis. Cette sécurité est particulièrement utile pour faire face à un éventuel brouillage parasite, et permet comme on le verra plus bas de réduire la durée effective d'écoute de chaque canal.

**[0058]** La figure 4 représente en fonction du temps la puissance et l'énergie consommée par l'émetteur simple lors de l'émission d'un signal. Sur cette figure, on suppose que l'énergie disponible dans le condensateur de stockage permet seulement l'émission de deux trames. La fréquence porteuse d'émission F0 peut être une des trois fréquences du réseau. L'axe vertical représente schématiquement la puissance instantanée consommée dans l'émetteur simple, pouvant prendre deux valeurs : une puissance de début Pstart, correspondant au fonctionnement avant activation de l'interrupteur commandé 36, et une puissance avec modulation Pmod, correspondant au fonctionnement pendant activation de l'émetteur commandé et émission du signal modulé. Les régimes transitoires ne sont pas représentés. Une première trame émise consomme l'énergie W11, tandis que sa préparation a consommé l'énergie W10. Une deuxième trame émise consomme l'énergie W21, tandis que sa préparation a nécessité l'énergie W20.

**[0059]** On suppose ici par exemple que la somme W10 + W11 + W20 + W21 est égale à l'énergie disponible dans le condensateur de stockage (cette énergie disponible étant plus faible que l'énergie stockée, puisque les composants électroniques cessent de fonctionner au-dessous d'une tension minimum). Dans la figure 4, seules deux trames identiques sont donc émises pour répéter la commande correspondant à la touche activée par l'utilisateur. Si le dispositif de conversion d'énergie est plus performant, ou si le rendement d'émission de l'émet-

teur HF est meilleur, alors une troisième trame peut être émise, comme représenté en trait pointillé, consommant l'énergie W31 pour l'émission et l'énergie W30 pour sa préparation.

**[0060]** En variante, il peut être avantageux de laisser l'émetteur HF actif entre deux trames, mais à faible niveau de puissance  $P_o$ , de manière à minimiser le régime transitoire, comme représenté par un trait pointillé horizontal.

**[0061]** Le niveau de puissance  $P_o$  peut aussi représenter la puissance consommée par le microcontrôleur 32 qui doit rester actif pour commander l'émission.

**[0062]** Alternativement, la structure du signal émis par l'émetteur simple peut comporter des trames ou paquets de nature différente, comme il sera vu plus bas, de manière à réduire au plus l'énergie.

**[0063]** On désigne par TSIGN la durée totale du signal émis par l'émetteur simple et par TMIN la durée séparant l'émission de deux trames.

**[0064]** La figure 5 représente un procédé de scrutation utilisant un indicateur d'amplitude de signal radio (RSSI). Ce procédé peut être implanté dans l'unité de contrôle 44 du premier récepteur d'ordres.

**[0065]** Dans une première étape E1, l'écoute se fait sur un canal de fréquence F0 correspondant à l'émetteur simple. Le circuit démodulateur et l'unité de réception série sont en mode haut-débit HBR, de manière à pouvoir identifier un préambule transmis en haut-débit. Dans une deuxième étape E2, il est testé si un préambule haut-débit est détecté. Si oui, on passe à la troisième étape E3 dans laquelle le message complet haut-débit est lu, et la commande correspondante est exécutée, puis on boucle sur la deuxième étape. Si non, le procédé passe à la quatrième étape E4, dans laquelle le niveau de signal est testé à l'aide de l'indicateur de force de signal RSSI, sur la fréquence réseau FN. On boucle sur la deuxième étape si aucun signal n'est présent, tandis qu'on passe à une cinquième étape E5 si un signal est détecté. Dans cette étape, le circuit démodulateur et l'unité de réception série sont placés en mode bas-débit LBR. On passe à une sixième étape E6, dans laquelle on teste si un préambule de type bas-débit est présent. Comme indiqué plus haut, ce test peut nécessiter la reconnaissance de deux octets successifs de préambule. Si le test est négatif, on retourne à la première étape. Si le test est positif, alors on reste en mode bas-débit pour lecture complète du message et exécution de la commande qu'il contient, lors d'une septième étape E7. On retourne alors à la première étape.

**[0066]** Ce procédé de scrutation présente l'avantage de privilégier l'écoute dans le mode haut-débit correspondant à l'émission de l'émetteur simple. Il est de plus compatible avec une fréquence FN variable sur trois canaux : il suffit d'itérer le test RSSI de la quatrième étape sur chacune des fréquences F1, F2, F3 et de retenir pour les étapes suivantes la fréquence FN où un signal est présent.

**[0067]** Par contre, ce procédé présente un fort incon-

venient dans la mesure où il dégrade fortement (de 3 à 5 dB) la sensibilité de détection des communications du réseau domotique. En effet, les technologies actuelles ne permettent pas d'obtenir une aussi bonne sensibilité de détection RSSI que lors d'une écoute stabilisée, tous les éléments de la chaîne de réception étant actifs.

**[0068]** De plus, il n'est pas possible actuellement de tester l'indicateur RSSI sur une fréquence FN tout en maintenant l'écoute sur la fréquence F0 : quelques centaines de microsecondes sont perdues lors de chaque reconfiguration du récepteur sur chaque fréquence FN.

**[0069]** La figure 6 représente le procédé de scrutation selon l'invention. Ce procédé est implanté dans l'unité de contrôle 44 du premier récepteur d'ordres.

**[0070]** Dans une onzième étape E11, l'écoute se fait sur un canal de fréquence F0 correspondant à l'émetteur simple. Le circuit démodulateur et l'unité de réception série sont en mode haut-débit HBR, de manière à pouvoir identifier un préambule transmis en haut-débit. Dans une douzième étape E12, il est testé si un préambule haut-débit est détecté. Si oui, on passe à la treizième étape E13 dans laquelle le message complet haut-débit est lu, et la commande correspondante est exécutée, puis on boucle sur la douzième étape. Si non, le procédé passe à la quatorzième étape E14, dans laquelle il est testé si une temporisation T, enclenchée lors de la onzième étape, atteint une première valeur de durée T1. On boucle sur la douzième étape si la durée T1 n'est pas atteinte, tandis qu'on passe à une quinzième étape E15 si la durée est atteinte. Dans cette étape, le circuit démodulateur et l'unité de réception série sont placés en mode bas-débit LBR. On passe à une seizième étape E16, dans laquelle on teste si un préambule de type bas-débit est présent. Comme indiqué plus haut, ce test peut nécessiter la reconnaissance de deux octets successifs de préambule. Si le test est positif, alors on reste en mode bas-débit pour lecture complète du message et exécution de la commande qu'il contient lors d'une dix-septième étape E17. On retourne alors à la seizième étape. Alternativement on peut retourner à la onzième étape. Si le test est négatif, on passe à une dix-huitième étape E18 dans laquelle on teste si une temporisation T, enclenchée lors du passage à la quinzième étape, atteint une deuxième valeur de durée T2. Si non, on boucle sur la seizième étape, si oui on retourne à la onzième étape E11.

**[0071]** Ce procédé de scrutation présente l'avantage d'être indépendant de l'état de l'indicateur de signal radio (RSSI) et donc de présenter une meilleure sensibilité que le procédé précédent vis-à-vis des communications sur le réseau domotique. Il permet de plus d'alterner, lors de chaque parcours du procédé, les fréquences scrutées sur le réseau.

**[0072]** Ainsi, une première variante du procédé de scrutation, décrite à la figure 7, dispose une étape préliminaire E15a disposée avant la quinzième étape. Dans cette étape préliminaire, on passe successivement d'une valeur  $FN = F1$  à une valeur  $FN = F2$  puis à une valeur  $FN = F3$  puis de nouveau  $FN = F1$  en changeant lors de

chaque passage dans cette étape préliminaire.

**[0073]** La figure 8 représente temporellement une scrutation appliquant la première variante. On prend pour la somme de la première valeur de durée T1 et de la deuxième valeur de durée une durée égale à la période de scrutation réseau TFN, comme décrit plus bas, par exemple 3 ms.

**[0074]** Toutes les périodes notées F0 correspondent à un mode haut-débit HBR, tandis que toutes les périodes notées F1, F2, F3 correspondent à un mode bas-débit LBR. Préférentiellement, la fréquence F0 est choisie égale à une des trois fréquences, par exemple F2, ce qui permet de limiter, dans un cas sur trois, les opérations de reconfiguration au simple changement des paramètres de débit.

**[0075]** Les durées T1 et T2 sont de plus choisies de manière à garantir la réception de trames du réseau et de trames issues de l'émetteur simple.

**[0076]** La figure 9 représente une étape complémentaire E13a venant s'insérer entre l'étape E12 et l'étape E13 du procédé, dans une deuxième variante. Cette étape consiste à tester si un signal haut-débit, de type préambule, est présent. Si c'est le cas, alors on force une écoute haut-débit pendant une durée supplémentaire T3. Cette étape est particulièrement utile lorsqu'on utilise un type d'émission de l'émetteur simple comprenant une ou plusieurs trames partielles séparés de la trame complète, comme il sera décrit à la figure 11.

**[0077]** Préférentiellement, la durée T3 est prise plus longue que la durée T2. On peut également prendre une durée supplémentaire T3 plus longue que la durée TMIN séparant l'émission de deux trames.

**[0078]** La figure 10 représente une étape de dimensionnement E20, préalable à la mise en oeuvre du procédé de scrutation. Cette étape de dimensionnement comprend deux règles, applicables de préférence simultanément.

**[0079]** La première règle consiste à choisir une période de scrutation réseau égale à la somme des durées de scrutation haut-débit et bas-débit.

**[0080]** La deuxième règle consiste à choisir une durée TMIN supérieure à la durée T2 de scrutation en bas-débit. Cependant, des règles plus précises et plus performantes sont illustrées par la suite aux figures 11B et 11C.

**[0081]** Une application des deux règles conduit par exemple à prendre  $T1 = T2 = 1,5$  ms.

**[0082]** Ce choix permet un temps d'établissement des nouveaux paramètres de débit de l'ordre de 300  $\mu$ s et une durée d'écoute effective de 1,2 ms dans chaque débit, avec un changement de fréquence de scrutation toutes les 3 ms. Une durée de 1.2 ms permet la capture de plus de 4 octets de préambule : le protocole réseau n'a donc pas à souffrir de la réduction du temps d'écoute effectif sur chaque fréquence.

**[0083]** Pour garantir la bonne réception du signal émis par l'émetteur simple, il est cependant avantageux d'adapter au mieux la structure du signal d'émission de

ce dernier, ainsi que la séquence de scrutation du récepteur d'ordres. Ainsi donc l'alternance est adaptée pour assurer la lecture d'une trame complète de l'émetteur simple y compris lorsque la réserve énergétique de l'émetteur simple limite l'émission à moins de trois trames complètes. L'adaptation est à la fois statique, par un choix judicieux de la première période d'écoute T1 et de la deuxième période d'écoute, mais aussi dynamique, en application de l'étape E13a du procédé, permettant de prolonger une période d'écoute haut-débit.

Ces aspects sont détaillés dans les figures 11A à 11C.

**[0084]** La figure 11A représente un format de trame d'émission complète de l'émetteur simple.

**[0085]** Une trame d'émission complète, ou paquet complet, comprend tous les éléments nécessaires à la détection par un récepteur déjà stabilisé dans un mode d'écoute haut-débit (démodulateur et UART paramétrés en haut-débit).

**[0086]** Le paquet complet commence par trois octets de préambule B0, B1, B2 représentés par des hachures. A chaque octet est associé un bit de Start (état bas) et un bit de Stop (état haut), tandis que l'octet de préambule lui-même contient la séquence 10101010 (en fait 55H, 01010101, mais une transmission série commence par le bit de poids faible LSB). Autrement dit, les 30 bits correspondant aux trois octets de préambule se présentent comme une succession régulière d'états haut et bas. Quel que soit l'instant où le démodulateur et/ou l'UART devient réellement actif au cours de l'émission du premier octet de préambule, on a ainsi l'assurance qu'au moins deux séquences seront reconnues comme deux octets successifs de préambule.

**[0087]** Les deux octets suivants B4 et B5 sont des octets ayant pour but de vider l'UART, par exemple des bits résiduels parmi les 30 bits de préambule, résultant du décalage éventuel lors de la mise en octets de l'UART. Ces octets ne contiennent que des bits à l'état haut (FFH). Ensuite viennent 3 octets de données B6-B8 (en anglais également : *payload*) comprenant le codage de l'ordre à exécuter et enfin un octet de test de redondance cyclique B9, permettant d'identifier une erreur dans la transmission des trois octets précédents.

**[0088]** Sur la droite de la figure 11A apparaît la représentation de la trame, mise à l'échelle temporelle des figures 11B et 11C.

**[0089]** La figure 11B représente dans sa partie supérieure un premier type de format d'émission de l'émetteur simple. Ce format d'émission comprend l'émission de deux trames complètes, désignées par PKT1 pour la première trame et par PKT2 pour la deuxième trame. Ces deux trames sont identiques et de même durée, respectivement désignée par T01 et par T03, par exemple 780  $\mu$ s soit la durée de 9 fois 10 bits à 115 Kbps (1 bit à haut-débit durant alors 8.7  $\mu$ s). Les deux trames sont séparées par une durée de séparation T02, équivalente à la durée TMIN de la figure 4, par exemple 740  $\mu$ s. Le signal d'émission comprenant ces deux trames forme donc un ensemble indivisible et unique, émis lors de chaque ac-

tivation de l'émetteur simple. La partie inférieure de la figure, représente la séquence de scrutation du récepteur d'ordres telle qu'elle se déroule en absence de réception de signal. Le signal d'émission est représenté dans deux positions particulières, sur la gauche et sur la droite de la figure, correspondant par exemple à une première activation ACT1 et à une deuxième activation ACT2 de l'émetteur simple par l'utilisateur.

**[0090]** La séquence de scrutation du récepteur d'ordres a été aménagée de manière à privilégier la durée d'écoute en haut-débit, sans pour autant pénaliser la réception de signaux bas-débit, et en maintenant l'intervalle de scrutation à sa durée TFN initiale, par exemple 3 ms.

**[0091]** La première valeur de durée T1, affectée au haut-débit HBR, devient ainsi égale à 1.9 ms, tandis que la deuxième valeur de durée T2, affectée au bas-débit LBR, devient ainsi égale à 1.1 ms. Si on retranscrit 300  $\mu$ s comme temps d'établissement à cette dernière valeur, on constate qu'il reste 800  $\mu$ s pour une écoute effective en bas-débit. Chaque bit en bas-débit correspond à 26  $\mu$ s (pour 38.4 Kbps), soit 260  $\mu$ s pour les 10 bits correspondant à un octet et un peu moins de 800  $\mu$ s pour la transmission complète de trois octets. On constate donc que ce choix garantit la réception de deux octets consécutifs de préambule bas-débit, dans la deuxième valeur de durée T2 affectée au bas-débit.

**[0092]** Concernant maintenant la première valeur de durée T1, on a représenté explicitement le temps d'établissement T10 (par exemple 300  $\mu$ s) et le temps d'écoute effective en haut-débit T11 (par exemple 1600  $\mu$ s).

**[0093]** Dans la première position particulière du signal d'émission (activation ACT1, à gauche de la figure), on constate que la première trame PKT1 est intégralement captée par le récepteur d'ordres. Si l'activation ACT1 est décalée, de sorte que un peu moins que deux octets de préambule du premier paquet soient captés, alors ce sont les trois octets de préambule du deuxième paquet PKT2 qui deviennent intégralement captés. L'application de l'étape E13a du procédé maintient alors l'écoute en haut-débit jusqu'à lecture complète du deuxième paquet.

**[0094]** Dans la deuxième position particulière du signal d'émission (activation ACT2, à droite de la figure), on constate qu'aucune trame ne correspond intégralement à une durée d'écoute effective du récepteur d'ordres. On constate cependant que deux premiers octets de préambule du premier paquet apparaissent en fin d'écoute effective haut-débit (séquence S1). L'application de l'étape E13a du procédé maintient alors l'écoute en haut-débit jusqu'à lecture complète du premier paquet. Ce maintien en écoute haut-débit est représenté par une flèche T3.

**[0095]** Si l'activation ACT2 est décalée, de sorte que un peu moins que deux octets de préambule du premier paquet soient captés, alors c'est plus de deux octets de préambule du deuxième paquet PKT2 qui deviennent intégralement captés dans la séquence d'écoute haut-débit S2 qui suit, ce qui permet une lecture complète du deuxième paquet

**[0096]** Selon ce premier type de format d'émission

avec deux trames complètes, il convient donc d'adapter la durée de séparation T02 et les durées respectives affectées au haut-débit et au bas-débit de manière à satisfaire la double relation :

- 5 - au moins deux octets de préambule de chaque trame compris dans une même durée d'écoute effective haut-débit T11,
- 10 - au moins deux octets de préambule de chaque trame compris dans deux séquences consécutives S1, S2 d'écoute effective haut-débit T11.

**[0097]** Cette double relation assure qu'un contenu utile sera assurément capté par le récepteur d'ordres.

15 **[0098]** Dans ce premier format, les valeurs numériques servant d'exemple donnent une durée cumulée d'émission de 1560  $\mu$ s et une durée totale de signal TSI-GN (= T01+T03+T02) de 2300  $\mu$ s.

20 **[0099]** La figure 11C représente un deuxième type de format d'émission de l'émetteur simple, applicable à une scrutation du récepteur d'ordres identique à celle de la figure 11B.

25 **[0100]** Ce deuxième type de format d'émission sécurise la bonne réception du signal haut-débit tout en réduisant l'énergie d'émission nécessaire. Il consiste à n'émettre une trame complète qu'après émission d'au moins une trame partielle.

30 **[0101]** Préférentiellement, une trame partielle ne comprend que les trois octets de préambule. Préférentiellement, deux trames partielles sont émises avant la trame complète.

35 **[0102]** La figure 11C correspond à la version préférée de ce deuxième type de format. On a représenté à gauche le signal émis correspondant à une première activation ACT1' de l'émetteur simple. De même on a représenté à droite le signal émis (identique en format) lors d'une deuxième activation ACT2'.

40 **[0103]** Le signal émis lors d'une activation comprend donc un premier paquet PKT11 constitué seulement de trois octets de préambule et de durée T04 (260  $\mu$ s pour 30 bits en 115 Kbps) puis une première durée de séparation T05 sans émission (570  $\mu$ s) puis un deuxième paquet PKT12 de nouveau constitué de trois octets de préambule et de durée T06 alors égale à T04, puis une deuxième durée de séparation T07 sans émission, par exemple égale à la première durée de séparation, et enfin un troisième paquet PKT13 constitué d'une trame complète et de durée T08 égale aux durées T01 et T02 du cas précédent.

45 **[0104]** Lors de la première activation ACT1', on constate que les deux premiers paquets sont correctement reçus pendant l'écoute effective en haut-débit. En application de l'étape E13a, chaque réception prolonge donc l'écoute pendant une durée T3 supérieure à la durée T2 et représentée par une flèche pleine T3-1 issue du premier paquet, puis par une flèche pleine T3-2 issue du deuxième paquet, ce qui permet en fait de capter intégralement les trois octets de préambule de la trame com-

plète PKT13. A son tour, la réception de ces octets de préambule provoque une prolongation de l'écoute haut-débit de durée T3, non représentée, permettant la lecture de la trame complète en application de l'étape E13.

**[0105]** Si l'ensemble du signal glisse légèrement sur la gauche, le premier paquet ne sera pas capté dans son intégralité mais le deuxième paquet continue à jouer son rôle.

**[0106]** Lors de la deuxième activation ACT2', on constate que la trame complète est captée lors de l'écoute haut-débit. Ce n'est plus le cas si l'ensemble du signal est décalé la gauche, par exemple d'une quantité égale à la durée de deux octets. Par contre, le premier paquet est intégralement capté lors de la séquence d'écoute précédente, et prolonge donc en fait cette écoute haut-débit jusqu'à réception du deuxième paquet, celui-ci agissant de même jusqu'à la trame complète.

**[0107]** Selon ce premier type de format d'émission avec deux trames partielles et une trame complète, il convient donc d'adapter les durées de séparation T05 et T07 et les durées respectives affectées au haut-débit et au bas-débit de manière à satisfaire la double relation :

- au moins deux trames partielles comprises dans une même durée d'écoute effective haut-débit T11
- au moins deux octets de préambule de la première trame partielle et de la trame complète compris dans deux séquences consécutives S1, S2 d'écoute effective haut-débit T11.

**[0108]** Cette double relation assure qu'un contenu utile sera assurément capté par le récepteur d'ordres.

**[0109]** Préférentiellement, et comme représenté sur la figure 11C, la règle précédente s'applique à des trames partielles formées seulement de trois octets de préambule et aux trois octets de chaque préambule. On est ainsi à l'abri de toute variation sur des paramètres mal maîtrisés comme le temps réel d'établissement T10 de l'écoute effective.

**[0110]** Dans ce deuxième format, les valeurs numériques servant d'exemple donnent une durée cumulée d'émission de 1300  $\mu$ s et une durée totale de signal TSI-GN (= T04+T05+T06+T07+T08) de 2240  $\mu$ s.

**[0111]** Par rapport au premier type de format d'émission, le microcontrôleur fonctionne pendant 30  $\mu$ s supplémentaires mais on gagne 260  $\mu$ s en temps d'émission, ce qui donne un bilan énergétique très positif.

**[0112]** Il est bien entendu possible de combiner les enseignements de la figure 11B et de la figure 11C. Par exemple, le premier paquet PKT1 du signal émis par l'émetteur simple dans la figure 11B peut être constitué d'une trame partielle et non d'une trame complète, cette trame partielle ne comportant préférentiellement que trois octets de préambule comme dans la figure 11C. Le bilan énergétique en est amélioré. Par contre, on perd l'avantage statistique de pouvoir capter dans au moins la moitié des cas une trame complète valide si une des deux trames complètes est victime d'un brouillage para-

site.

**[0113]** On peut aussi rendre les deux trames complètes de la figure 11B plus robustes en ajoutant un quatrième octet de préambule à chacune, comme représenté en pointillé par un octet B0\* sur la figure 11A.

**[0114]** On peut encore ajouter une trame partielle formée de trois octets de préambule avant les deux trames complètes de la figure 11B et par exemple rapprocher ces deux trames complètes.

**[0115]** On peut enfin au contraire écartier les deux trames complètes de la figure 11B et insérer une trame partielle entre ces deux trames complètes.

- Ces deux derniers cas ne sont pas représentés, les enseignements des figures 11B et 11C s'appliquant sans difficulté pour l'homme du métier, les deux relations suivantes restant à satisfaire : au moins deux octets de préambule de deux trames consécutives sont compris dans une même durée d'écoute effective haut-débit T11, la durée d'écoute effective étant égale à la première période d'écoute T1 diminuée du temps d'établissement T10 nécessaire à la stabilisation des éléments de liaison et du circuit de réception HF lorsque leurs paramètres de débit ou la fréquence porteuse sont modifiés,
- au moins deux octets de préambule de la première trame et de la dernière trame sont compris dans deux séquences consécutives S1, S2 d'écoute effective haut-débit T11.

**[0116]** Cette double relation assure qu'un contenu utile sera assurément capté par le récepteur d'ordres.

**[0117]** Dans toute la description, une trame est dite complète si elle contient tous les éléments d'information nécessaires à transmettre et reconnaître une commande valide contenue dans la trame, elle est dite partielle dans le cas contraire. Une trame partielle selon l'invention ne contient préférentiellement que des octets de préambule.

## Revendications

1. Procédé de scrutation d'un récepteur d'ordres, comprenant un circuit de réception HF (41) dont la fréquence porteuse peut être ajustée, et des éléments de liaison (42, 43) dont les paramètres de débit de communication peuvent être ajustés, lui permettant de communiquer d'une part en émission-réception modulée en fréquence FM bas-débit (LBR) avec des émetteurs d'ordres ou avec d'autres récepteurs d'ordres appartenant à un même réseau domotique bidirectionnel (2W), et d'autre part en réception FM haut-débit (HBR) avec au moins un émetteur simple, à très faible réserve énergétique et apte à émettre un signal radiofréquences FM (1W) de haut-débit sur une fréquence porteuse fixe (F0) lors de chaque activation de l'émetteur simple par un utilisateur, **caractérisé en ce que**, dans un mode de veille, le

- récepteur d'ordres alterne de manière répétitive une première période (T1) d'écoute en haut-débit (HBR) et une deuxième période (T2) d'écoute en bas-débit (LBR), cette alternance étant adaptée pour assurer la lecture d'une trame complète de l'émetteur simple y compris lorsque la réserve énergétique de l'émetteur simple limite l'émission à moins de trois trames complètes, la période d'une scrutation réseau (TFN) étant égale à la somme des durées de la première période (T1) d'écoute en haut-débit et de la deuxième période (T2) d'écoute en bas-débit et la durée (TMIN) séparant l'émission de deux trames étant supérieure à la durée de la deuxième période (T2) d'écoute en bas-débit.
2. Procédé de scrutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le passage d'un mode d'écoute en haut-débit (HBR) à un mode d'écoute en bas-débit (LBR) est indépendant de l'état d'un indicateur d'amplitude de signal radio (RSSI) ou de toute mesure d'amplitude de signal radio.
  3. Procédé de scrutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le récepteur est maintenu dans un mode d'écoute haut-débit si un signal de préambule est capté, pendant une durée (T3) au moins égale à la durée séparant deux périodes de modulation (TMIN) de l'émetteur simple ou au moins égale à la période (T2) d'écoute en bas-débit.
  4. Procédé de scrutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la période d'écoute en bas-débit a lieu de manière répétée successivement sur une première fréquence porteuse (F1), puis sur une deuxième fréquence porteuse (F2), puis sur une troisième fréquence porteuse (F3).
  5. Procédé de scrutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la fréquence porteuse de l'émetteur simple (F0) est égale à la fréquence porteuse du réseau domotique (FN), celle-ci étant constante, ou reste égale à l'une des fréquences porteuses (F1, F2, F3) du réseau domotique si celui-ci comporte un mécanisme d'agilité fréquentielle.
  6. Procédé de scrutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la somme de la durée de la période d'écoute haut-débit (T1) et de la durée de la période d'écoute bas-débit (T2) est égale à une période de scrutation (TFN) du réseau domotique, durée pendant laquelle une même fréquence porteuse est utilisée.
  7. Procédé de scrutation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** seules deux trames complètes de signal peuvent être émises lors de chaque activation de l'émetteur simple ou **en ce que** le signal d'émission de l'émetteur simple comprend une trame complète ou deux trames complètes accompagnée(s) d'une ou plusieurs trames partielles, pour un contenu énergétique total inférieur à celui de trois trames complètes.
  8. Procédé de scrutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal d'émission de l'émetteur simple comprend deux trames (PKT1, PKT2) dont au moins la deuxième trame (PKT2) est une trame complète, séparées par une durée de séparation (T03) telle que :
    - au moins deux octets de préambule de chaque trame sont compris dans une même durée d'écoute effective haut-débit (T11), la durée d'écoute effective étant égale à la première période d'écoute (T1) diminuée d'un temps d'établissement (T10) nécessaire à la stabilisation des éléments de liaison (42, 43) et du circuit de réception HF (41) lorsque leurs paramètres de débit ou la fréquence porteuse sont modifiés,
    - au moins deux octets de préambule de chaque trame sont compris dans deux séquences consécutives (S1, S2) d'écoute effective haut-débit T11.
  9. Procédé de scrutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal d'émission de l'émetteur simple comprend une seule trame complète (PKT13), précédée d'une première trame partielle (PKT11) et d'une deuxième trame partielle (PKT12) comprenant chacune au moins trois octets de préambule, séparées mutuellement par une première durée de séparation (T05) et par une deuxième durée de séparation (T07) telles que :
    - au moins deux trames partielles sont comprises dans une même durée d'écoute effective haut-débit (T11), la durée d'écoute effective étant égale à la première période d'écoute (T1) diminuée d'un temps d'établissement (T10) nécessaire à la stabilisation des éléments de liaison (42, 43) et du circuit de réception HF lorsque leurs paramètres de débit ou la fréquence porteuse sont modifiés,
    - au moins deux octets de préambule de la première trame partielle et de la trame complète sont compris dans deux séquences consécutives (S1, S2) d'écoute effective haut-débit T11.
  10. Procédé de scrutation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal d'émission de l'émetteur simple comprend deux trames complètes précédées d'une trame partielle ou encadrant une trame partielle, comprenant chacune au moins trois octets de préambule de telle sorte que :

- au moins deux octets de préambule de deux trames consécutives sont compris dans une même durée d'écoute effective haut-débit T11, la durée d'écoute effective étant égale à la période d'écoute diminuée d'un temps d'établissement (T10) nécessaire à la stabilisation d'éléments du récepteur d'ordres (42, 43) lorsque leurs paramètres de débit sont modifiés,  
 - au moins deux octets de préambule de la première trame et de la dernière trame sont compris dans deux séquences consécutives (S1, S2) d'écoute effective haut-débit T11.

11. Récepteur d'ordres comprenant des moyens matériels et/ou logiciels de mise en oeuvre du procédé de scrutation selon l'une des revendications 1 à 7.
12. Emetteur simple (30) comprenant un émetteur HF haut débit (31), une antenne d'émission (31a), un microcontrôleur 32 et des touches de commande 33 où l'action sur une touche de commande provoque un transfert d'énergie 34 vers un convertisseur mécanique-électrique 35 comprenant un condensateur de stockage 35a, **caractérisé en ce qu'il** émet des signaux permettant de mettre en oeuvre le procédé selon l'une des revendications 8 à 10.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Abtasten eines Befehlsempfängers, umfassend einen HF-Empfangsschaltung (41), deren Trägerfrequenz einstellbar ist, und Verbindungselemente (42, 43), deren Kommunikationsrate-Parameter einstellbar sind, so dass diese einerseits als FM-Sendeempfänger mit niedriger Kommunikationsrate (LBR) mit Befehlssendern oder anderen Befehlsempfängern desselben bidirektionalen (2W) Hausnetzes kommunizieren kann und andererseits als FM-Empfänger mit hoher Kommunikationsrate (HBR) mit mindestens einem Einzelsender mit sehr geringem Energievorrat kommunizieren kann, der geeignet ist, bei jeder Aktivierung des Einzelsenders durch einen Benutzer ein FM-Radiofrequenzsignal (1W) mit hoher Kommunikationsrate auf einer festen Trägerfrequenz (FO) senden kann, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem Standby-Modus der Befehlsempfänger wiederholt zwischen einer ersten HBR-Abhörperiode (T1) und einer zweiten LBR-Abhörperiode (T2) wechselt, wobei diese Abwechslung geeignet ist, das Ablesen eines kompletten Rahmens des Einzelsenders zu gewährleisten, und zwar selbst dann, wenn der Energievorrat des Einzelsenders die Sendung auf weniger als drei komplette Rahmen beschränkt, wobei die Netzab-tastperiode (TFN) gleich der Summe der Dauer der ersten HBR-Abhörperiode (T1) und der zweiten LBR-Abhörperiode (T2) ist und die Dauer (TMIN) zwischen dem Senden von zwei Rahmen die Dauer der zweiten LBR-Abhörperiode (T2) übersteigt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Übergang von einem HBR-Abhörmodus auf einen LBR-Abhörmodus unabhängig vom Zustand eines Radiosignal-Stärkenindikators (RSSI) oder eines beliebigen Messwerts der Radiosignalstärke erfolgt.
3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Empfänger in einem HBR-Abhörmodus für eine Dauer (T3), die mindestens gleich der Dauer (TMIN) zwischen zwei Modulationsperioden des Einzelsenders oder mindestens gleich der LBR-Abhörperiode (T2) ist, gehalten wird, wenn ein Präambel-Signal erfasst wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die LBR-Abhörperiode wiederholt sukzessiv auf einer ersten Trägerfrequenz (F1), dann auf einer zweiten Trägerfrequenz (F2), dann auf einer dritten Trägerfrequenz (F3) eintritt.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Trägerfrequenz des Einzelsenders (FO) gleich der Trägerfrequenz des Hausnetzes (FN) ist, wobei letztere konstant ist oder gleich einer der Trägerfrequenzen (F1, F2, F3) des Hausnetzes bleibt, wenn das Hausnetz einen Frequenzagilitätsmechanismus aufweist.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Summe der Dauer der HBR-Abhörperiode (T1) und der Dauer der LBR-Abhörperiode (T2) gleich einer Abtastperiode (TFN) des Hausnetzes ist, während derer eine einzige Trägerfrequenz genutzt wird.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** nur komplette Signalrahmen bei jeder Aktivierung des Einzelsenders gesendet werden können, oder dadurch, dass das Sendesignal für einen Energiegehalt, der insgesamt kleiner ist als der von drei kompletten Rahmen, des Einzelsenders einen kompletten Rahmen oder zwei komplette Rahmen umfasst, das/die von mindestens einem Teilrahmen begleitet ist/sind.
8. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sendesignal des Einzelsenders zwei Rahmen (PK1, PKT2) umfasst, wobei mindestens der zweite Rahmen (PKT2) ein kompletter Rahmen ist und diese durch einen Abstand (T03) getrennt werden, so dass:
  - mindestens zwei Präamble-Bytes jedes Rah-

mens in einer einzelnen wirksamen HBR-Abhörperiode (T11) enthalten sind, wobei die wirksame Abhörperiode gleich der ersten Abhörperiode (T1) abzüglich einer zur Stabilisation der Verbindungselemente (42, 43) und der HF-Empfangsschaltung (41) erforderlichen Einschwingzeit (T10) ist, wenn deren Kommunikationsratenparameter oder die Trägerfrequenz geändert wird,  
 - mindestens zwei Präamble-Bytes jedes Rahmens in zwei aufeinanderfolgenden wirksamen HBR-Abhörsequenzen (S1, S2) T11 enthalten sind.

9. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sendesignal des Einzelsenders einen einzelnen kompletten Rahmen (PKT13) umfasst, dem ein erster Teilrahmen (PKT 11) und ein zweiter Teilrahmen (PKT 12) vorausgehen, die jeweils mindestens drei Präambel-Bytes umfassen, die jeweils durch einen ersten Zeitabstand (T05) und einen zweiten Zeitabstand (T07) getrennt sind, so dass:

- mindestens zwei Teilrahmen in einer einzelnen wirksamen HBR-Abhörperiode (T11) enthalten sind, wobei die wirksame Abhörperiode gleich der ersten Abhörperiode (T1) abzüglich einer zur Stabilisation der Verbindungselemente (42, 43) und der HF-Empfangsschaltung erforderlichen Einschwingzeit (T10) ist, wenn deren Kommunikationsratenparameter oder die Trägerfrequenz geändert wird,  
 - mindestens zwei Präamble-Bytes des ersten Teilrahmens und des kompletten Rahmens in zwei aufeinanderfolgenden wirksamen HBR-Abhörsequenzen (S1, S2) T11 enthalten sind.

10. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Sendesignal des Einzelsenders zwei komplette Rahmen umfasst, denen ein Teilrahmen vorausgeht bzw. die einen Teilrahmen umrahmen, die jeweils mindestens drei Präambel-Bytes umfassen, so dass:

- mindestens zwei Präambel-Bytes von zwei aufeinanderfolgenden Rahmen in einer einzelnen wirksamen HBR-Abhörperiode T11 enthalten sind, wobei die wirksame Abhörperiode gleich der ersten Abhörperiode abzüglich einer zur Stabilisation Von Elementen des Befehlsempfängers (42, 43) erforderlichen Einschwingzeit (T10) ist, wenn deren Kommunikationsratenparameter geändert werden,  
 - mindestens zwei Präamble-Bytes des ersten Rahmens und des letzten Rahmens in zwei aufeinanderfolgenden wirksamen HBR-Abhörsequenzen (S1, S2) T11 enthalten sind.

11. Befehlsempfänger, umfassend Hardware- und/oder Software-Mittel zur Ausführung des Abtastverfahrens nach einem der Ansprüche 1 - 7.

12. Einzelsender (30), umfassend einen HBR-HF-Sender (31), eine Sendeantenne (31a), einen Mikrocontroller 32 und Bedientasten 33, wobei die Betätigung einer Bedientaste eine Energieübertragung 34 auf einen mechanisch-elektrischen Wandler 35 herbeiführt, der einen Speicherkondensator 35a umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** er Signale sendet, die die Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 8 - 10 ermöglichen.

## Claims

1. A method of scanning a command receiver, comprising a HF receiving circuit (41), the carrier frequency of which can be adjusted, and connecting elements (42, 43) whose communication speed settings can be adjusted, allowing it to communicate on the one hand by low bit rate (LBR) frequency-modulated FM transceiver and with command transmitters or with other command receivers belonging to a same two-way home automation network (2W), and on the other hand by high bit rate (HBR) FM receiving with at least a simple transmitter, with a very low energy reserve and able to transmit a high bit rate FM radiofrequency signal (1W) on a fixed carrier frequency (F0) each time the simple transmitter is activated by a user, **characterized in that**, in a standby mode, the command receiver repetitively alternates a first high bit rate (HBR) listening period (T1) and a second low bit rate (LBR) listening period (T2), this alternation being suitable for ensuring the reading of a complete frame from the simple transmitter, including when the energy reserve of the simple transmitter limits the transmission to fewer than three complete frames, the period of a network scan (TFN) being equal to the sum of the durations of the first high bit rate listening period (T1) and the second low bit rate listening period (T2) and the duration (TMIN) separating the transmission of two frames being greater than the duration of the second low bit rate listening period (T2).
2. The scanning method according to claim 1, **characterized in that** the passage from a high bit rate (HBR) listening mode to a low bit rate (LBR) listening mode is independent of the state of a radio signal strength indicator (RSSI) or any radio signal strength measurement.
3. The scanning method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the receiver is kept in a high bit rate listening mode if a preamble

signal is detected, for a duration (T3) at least equal to the duration separating two modulation periods (TMIN) of the simple transmitter or at least equal to the low bit rate listening period (T2).

4. The scanning method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the low bit rate listening period takes place repeatedly, successively on a first carrier frequency (F1), then on a second carrier frequency (F2), then on a third carrier frequency (F3).
5. The scanning method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the carrier frequency of the simple transmitter (F0) is equal to the carrier frequency of the home automation network (FN), the latter being constant, or remains equal to one of the carrier frequencies (F1, F2, F3) of the home automation network if the latter includes a frequency agility mechanism.
6. The scanning method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the sum of the duration of the high bit rate listening period (T1) and the duration of the low bit rate listening period (T2) is equal to a scanning period (TFN) of the home automation network, during which duration a same carrier frequency is used.
7. The scanning method according to one of the preceding claims, **characterized in that** only two complete signal frames can be transmitted each time the simple transmitter is activated or **in that** the transmission signal from the simple transmitter comprises a complete frame or two complete frames accompanied by one or several partial frames, for a total energy content lower than that of three complete frames.
8. The scanning method according to claim 1, **characterized in that** the simple transmitter comprises two frames (PKT1, PKT2) whereof at least the second frame (PKT2) is a complete frame, which are separated by a separation duration (T03) such that:
  - at least two preamble bytes of each frame are comprised in a same high bit rate effective listening duration (T11), the effective listening duration being equal to the first listening period (T1) decreased by an establishment time (T10) necessary to stabilize connecting elements (42, 43) and the HF receiving circuit (41) when their speed settings or the carrier frequency are modified,
  - at least two preamble bytes of each frame are comprised in two consecutive high bit rate effective listening sequences (S1, S2) T11.

9. The scanning method according to claim 1, **characterized in that** the transmission signal from the simple transmitter comprises a single complete frame (PKT13), preceded by a first partial frame (PKT11) and a second partial frame (PKT12) each comprising at least three preamble bytes, separated from one another by a first separation duration (T05) and by a second separation duration (T07) such that:
  - at least two partial frames are comprised in a same high bit rate effective listening duration (T11), the effective listening duration being equal to the first listening period (T1) decreased by an establishment time (T10) necessary to stabilize the connecting elements (42, 43) and the HF receiving circuit when their speed settings or the carrier frequency are modified,
  - at least two preamble bytes of the first partial frame and the complete frame are comprised in two consecutive high bit rate effective listening sequences (S1, S2) T11.
10. The scanning method according to claim 1, **characterized in that** the transmission signal from the simple transmitter comprises two complete frames preceded by a partial frame or surrounding a partial frame, each comprising at least three preamble bytes such that:
  - at least two preamble bytes of two consecutive frames are comprised in a same high bit rate effective listening duration T11, the effective listening duration being equal to the listening period decreased by an establishment time (T10) necessary to stabilize elements of the command receiver (42, 43) when their speed settings are modified,
  - at least two preamble bytes of the first frame and the last frame are comprised in two consecutive high bit rate effective listening sequences (S1, S2) T11.
11. A command receiver comprising hardware and/or software means for carrying out the scanning method according to one of claims 1 to 7.
12. A simple transmitter (30) comprising a high bit rate HF transmitter (31), a transmission antenna (31a), a microcontroller 32 and control keys 33 where the action on a control key causes an energy transfer 34 to a mechanical-electrical converter 35 comprising a storage capacitor 35a, **characterized in that** it transmits signals making it possible to carry out the method according to one of claims 8 to 10.



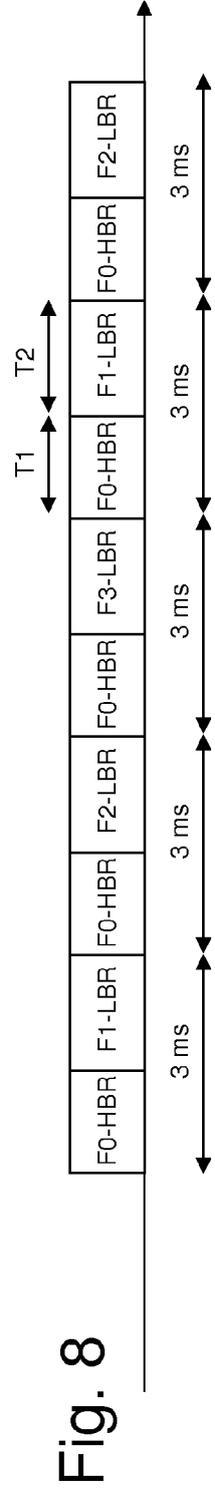
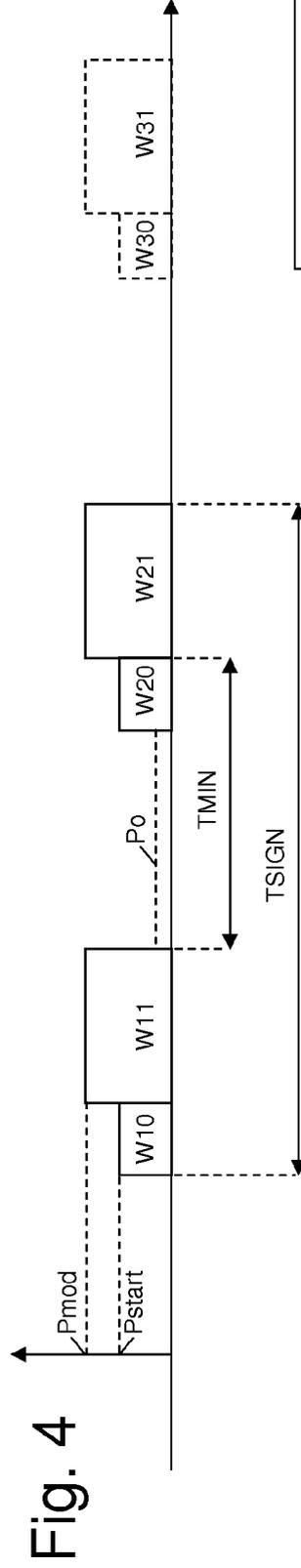
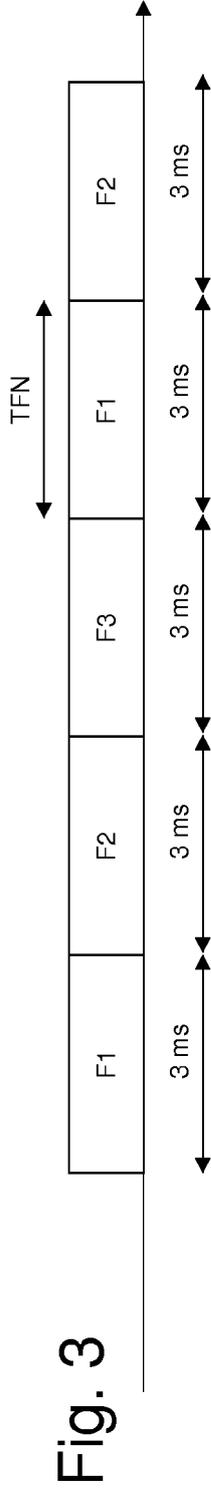
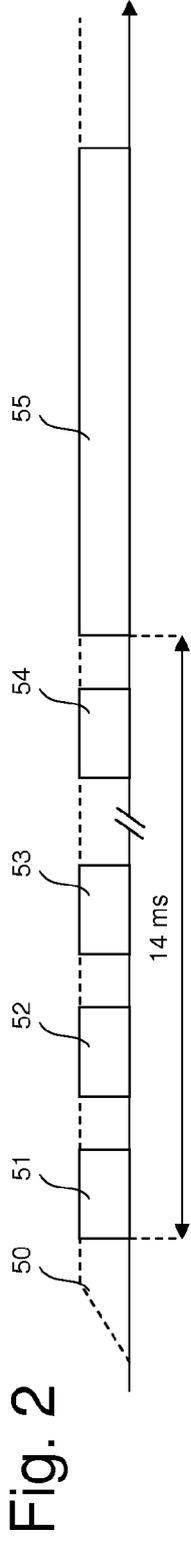


Fig. 5

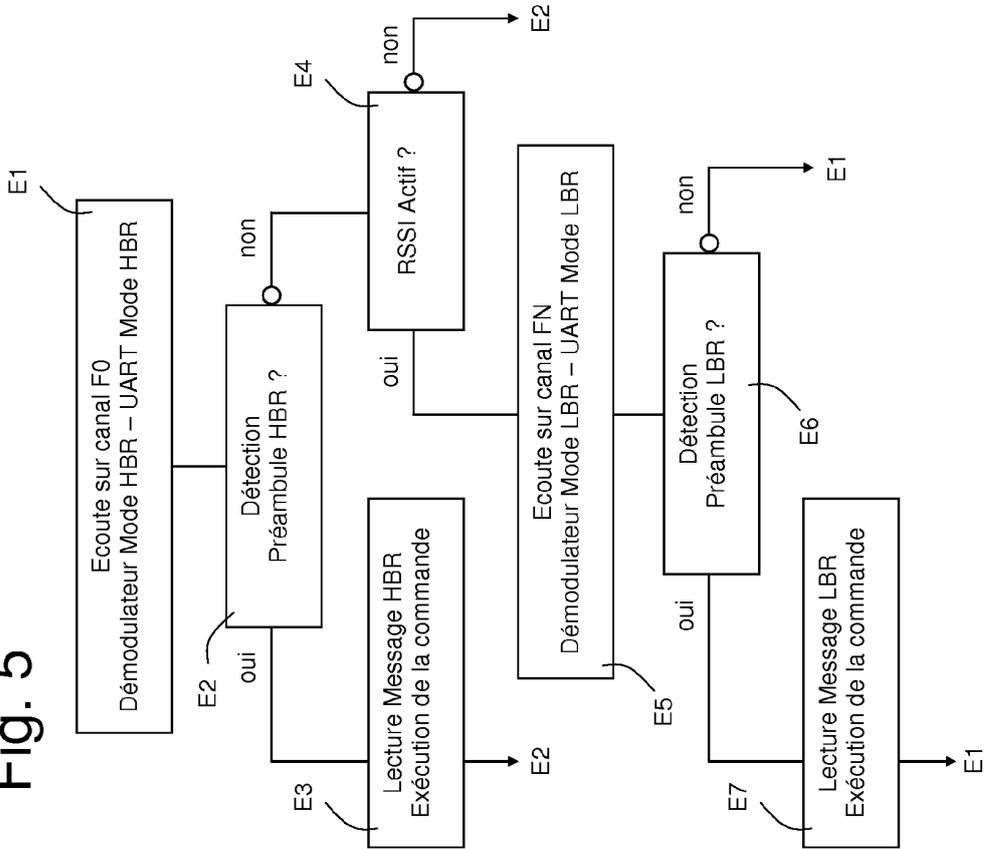


Fig. 6

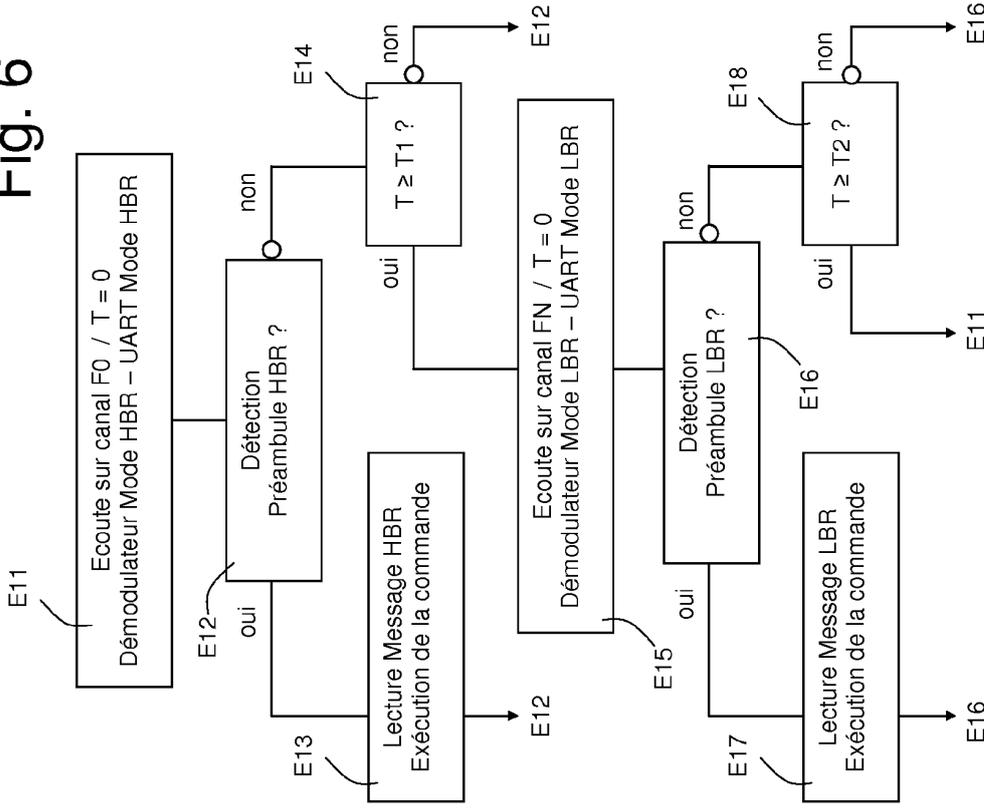
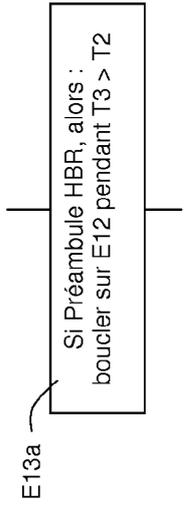


Fig. 9



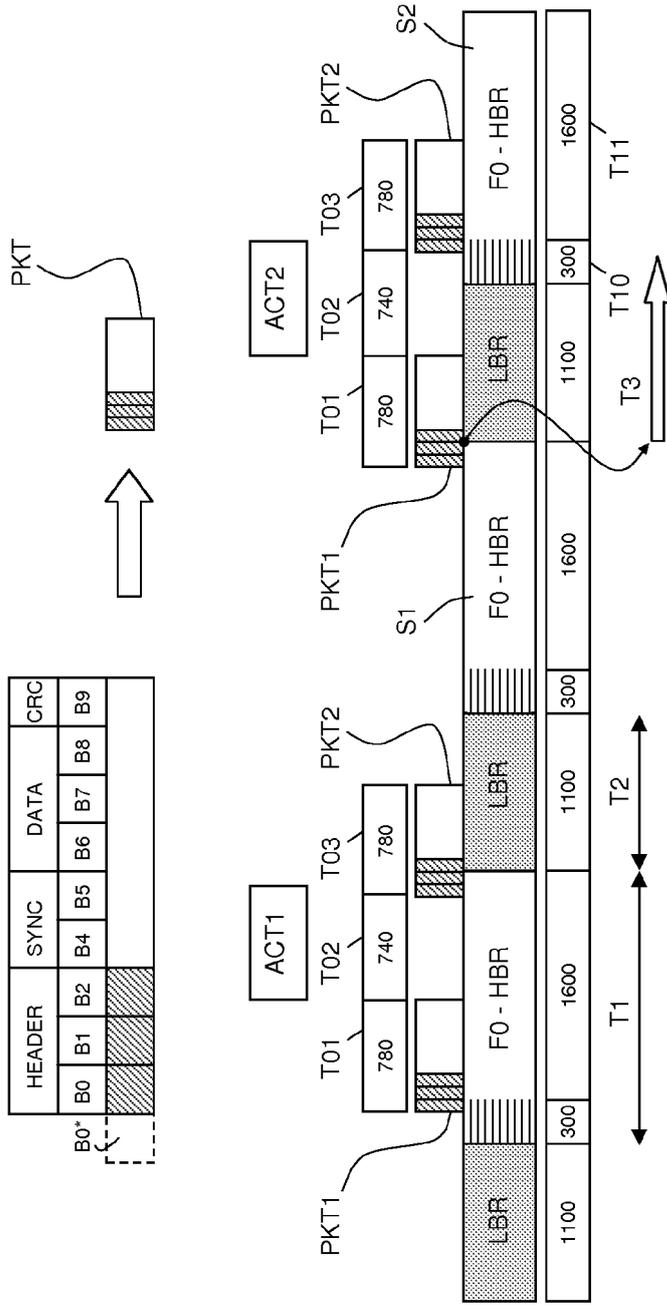


Fig. 11A

Fig. 11B

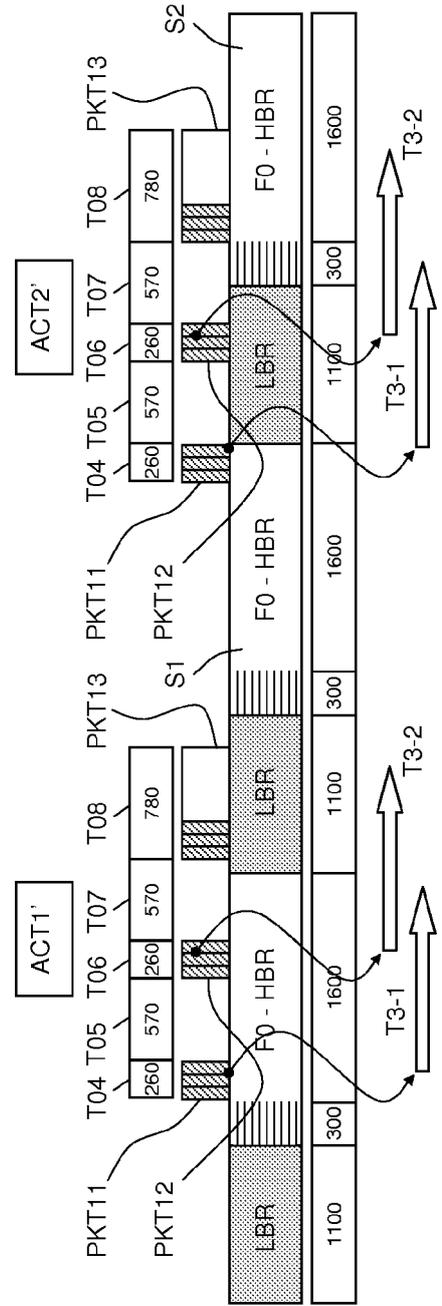


Fig. 11C

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- EP 0836166 A [0007]
- EP 1858203 A [0008]
- WO 03088604 A [0009]
- US 20080253327 A [0010]
- US 6072803 A [0011]
- US 7483403 B [0012]
- US 3663762 A [0013]
- US 5327575 A [0014]
- EP 1962530 A [0015]
- US 5381443 A [0016]
- WO 2005093682 A [0017]