(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication: **0 152 341**
A1

(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: **85400180.7**

(22) Date de dépôt: **04.02.85**

(51) Int. Cl.[4]: **G 08 C 19/28**
H 04 H 1/00

(30) Priorité: **07.02.84 FR 8401822**

(43) Date de publication de la demande:
21.08.85 Bulletin 85/34

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE GB IT LI LU NL SE

(71) Demandeur: **Etablissement Public de Diffusion dit "Télédiffusion de France"**
21-27 rue Barbès
F-92120 Montrouge(FR)

(72) Inventeur: **Rigal, Michel**
Haut Chatenay Corps Nuds
F-35150 Janze(FR)

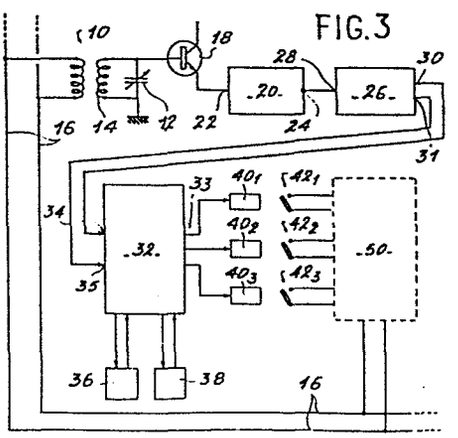
(74) Mandataire: **Mongrédien, André et al,**
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris(FR)

(54) Procédé de télécommande d'équipements électriques et récepteur correspondant.

(57) Selon l'invention, on forme une trame numérique avec un mot de synchronisation, un mot de fonction et un mot d'adresse, le tout codé en BCH et en REED-MULLER, on module en MDP2 une sous-porteuse et on module en MF une porteuse. Le récepteur comprend un filtre accordé (10), un démodulateur de fréquence (20) un démodulateur de phase (26) et un décodeur (32).

Application à la télécommande d'équipements divers, comme des compteurs électriques, avec changement de tarification, délestage, etc...

FIG.3



EP 0 152 341 A1

Procédé de télécommande d'équipements électriques et récepteur correspondant.

La présente invention a pour objet un procédé de télécommande d'équipements électriques et un récepteur mettant en oeuvre ce procédé.

La technique de la télécommande d'appareils, à partir d'un poste central, met en oeuvre, de façon très générale, des opérations qui sont schématiquement les suivantes :

A) dans un centre d'émission :

- on forme un signal numérique correspondant à une fonction à télécommander, on code ce signal par un ou des code(s) détecteur(s) et correcteur(s) d'erreurs, on module un signal analogique par le signal numérique codé et on émet, à destination de l'appareil à télécommander, le signal ainsi modulé ;

B) dans un récepteur associé à l'appareil :

- on reçoit le signal émis, on le démodule, on décode le signal démodulé en corrigeant les éventuelles erreurs, on restitue le signal numérique correspondant à la fonction à télécommander et on engendre un ordre d'exécution de cette fonction.

La présente invention concerne un procédé qui entre dans ce cadre très général, mais qui porte sur une combinaison particulière de moyens, choisis de manière à résoudre au mieux les problèmes qui se posent du fait des conditions d'exploitation très particulières du procédé. L'invention vise en effet à commander, à partir d'un poste central, des équipements électriques situés chez des particuliers ou dans des locaux divers. Cette commande peut prendre divers aspects : changer la tarification dans des compteurs électriques, commander la mise en route d'organes électriques, provoquer un délestage du réseau d'ali-

mentation, effectuer un téléchargement d'informations etc....

Les divers ordres de télécommande que l'on souhaite traiter dans l'invention peuvent être périodiques (périodicité quotidienne, hebdomadaire, mensuelle) ou intervenir à n'importe quel moment de la journée sur ordre des services d'exploitation de la distribution d'énergie électrique. Ces ordres peuvent affecter une famille d'appareils ou seulement certains d'entre eux, ou même un seul d'entre eux.

Un tel service pose de nombreux problèmes. En effet, s'agissant d'équiper des appareils destinés au grand public, il est nécessaire que le coût des organes à ajouter aux installations existantes, (pour leur permettre de recevoir et d'exécuter les ordres de télécommande), soit le plus faible possible. Il faut donc éviter les solutions techniques sophistiquées qui conduiraient à un surcoût prohibitif. En outre, et pour des raisons analogues, il faut que le récepteur de télécommande soit d'un encombrement et d'un poids faibles. En particulier, il est exclu de munir un tel récepteur d'une antenne de réception. Cela signifie que les conditions d'exploitation du signal de télécommande seront mauvaises et que le signal à traiter dans les récepteurs sera de très faible amplitude. Il en résulte que le risque d'erreurs sera a priori élevé. Or, il est exclu d'admettre un tel risque, du fait même de l'application envisagée. En effet, s'agissant de moduler une tarification ou d'arrêter des appareils, toute erreur serait particulièrement mal appréciée des usagers. Des modifications de tarif inopportunes, par exemple, seraient à l'origine de conflits innombrables entre les abonnés et le service d'exploitation. La fiabilité d'un tel système doit donc être quasi-parfaite.

Une telle exigence est en contradiction avec les précédentes, puisqu'une réduction de coût et une simplification des structures, ne s'accompagnent que très rarement d'une amélioration de fiabilité.

Il faut ajouter enfin, que la nature même de l'application envisagée par l'invention, suppose que l'on puisse atteindre, à partir d'un poste central de télécommande, un grand nombre d'abonnés (quelques milliers ou plus). Il apparait alors un problème d'adressage des informations que l'on ne retrouve pas dans la technique générale de la télécommande, où il s'agit plutôt de commander à distance un appareil bien déterminé.

L'invention apporte une solution à tous ces problèmes en proposant une combinaison originale de moyens que l'on peut résumer schématiquement de la manière suivante.

A) Dans le centre d'émission, les opérations effectuées sont les suivantes :

- le signal numérique est formé d'abord d'un mot d'adresse qui permet de désigner un récepteur parmi plusieurs et d'un mot de fonction qui permet de choisir une fonction parmi plusieurs,
- ce signal numérique est traité par deux codes détecteurs et correcteurs d'erreurs, un premier code dit BCH (BOSE-CHAUDHURI-HOCQUENGHEM) puis un second code dit de REED MULLER, (codes dont les propriétés seront décrites plus loin) ;
- on fait précéder le signal doublement codé ainsi obtenu, par un mot de synchronisation, qui va permettre la synchronisation de la trame numérique ; l'ensemble mot de synchronisation plus mot d'adresse et mot de fonction codés constituent une trame numérique,
- on répète cette trame cycliquement, ce qui va permettre de procéder, à la réception, à un comptage évitant des erreurs,

- chaque trame numérique module une sous-porteuse par modulation à déplacement de phase, cette modulation ayant été choisie parmi toutes les modulations possibles (amplitude, phase, fréquence, impulsions, etc...) pour son adaptation aux conditions d'exploitation de l'invention, (bonne résistance vis-à-vis du bruit et des distorsions, rendement spectral élevé et surtout simplicité de structure du démodulateur correspondant) ;
- la sous-porteuse ainsi modulée est utilisée pour moduler en fréquence une porteuse qui est ensuite radiodiffusée, ce qui permet d'utiliser les installations de radiodiffusion en modulation de fréquence déjà existantes et réduit considérablement le coût de l'installation,

B) dans chaque récepteur, on effectue les opérations suivantes :

- on capte le signal radiodiffusé au moyen d'un filtre accordé couplé au réseau de distribution du courant pour éviter d'avoir recours à une antenne,
- on effectue une démodulation de fréquence pour restituer la sous-porteuse modulée,
- on démodule la sous-porteuse par une démodulation à déplacement de phase pour restituer la trame numérique,
- on traite la trame numérique d'abord par une procédure de reconnaissance du mot de synchronisation, puis par un premier décodage de REED-MULLER, ce qui permet de détecter et de corriger les éventuelles erreurs (l'emploi du codage de REED-MULLER étant particulièrement opportun ici du fait de sa puissance de correction et surtout de sa simplicité de mise en oeuvre au décodage), puis par un second décodage utilisant le code BCH, ce qui permet de détecter les erreurs résiduelles, et on restitue ainsi le signal numérique avec son mot d'adresse et son mot de fonction,

- on décode le mot d'adresse,
- on compare l'adresse reçue avec une adresse qui est propre au récepteur, ce qui permet la sélection d'un récepteur parmi plusieurs,
- si l'adresse reçue et l'adresse du récepteur coïncident, on traite le mot de fonction reçu et on le compare avec une pluralité de mots de fonction mis en mémoire dans le récepteur,
- on compte le nombre de coïncidences entre le mot de fonction reçu cycliquement et l'un des mots de fonction mis en mémoire et, lorsque ce nombre atteint une valeur prédéterminée, on déclenche un ordre d'exécution de cette fonction dans l'équipement associé, cette technique de coïncidence évitant le déclenchement inopiné d'une commande sur réception d'un seul signal de télécommande, qui pourrait être erroné.

Ce procédé général peut prendre divers modes particuliers de réalisation. Il est préférable par exemple d'utiliser une modulation à déplacement de phase qui soit à deux états (MDP2) avec démodulation cohérente. Dans ce cas, la procédure de reconnaissance du mot de synchronisation s'accompagne d'une reconnaissance du mot complémentaire, pour cette raison que la démodulation cohérente introduit une ambiguité de π sur la phase de la porteuse récupérée.

Dans une autre variante, et afin de limiter les problèmes de récupération de porteuse, on combine au signal binaire contenant l'information un signal binaire pseudo-aléatoire par une opération d'addition modulo (2) (OU-exclusif). Ce traitement permet une meilleure répartition de la puissance spectrale du signal numérique véhiculant l'information. A la réception, naturellement, on restitue la trame originale en combinant le signal reçu à un signal pseudo-aléatoire

identique à celui qui a été utilisé à l'émission, par une addition modulo 2. Une telle technique permet d'éviter les incidents liés à l'apparition éventuelle d'une longue suite de bits égaux à 0 (ou à 1).

Ces opérations d'embrouillage et de désembrouillage nécessitent, à l'émission comme à la réception, l'utilisation de deux générateurs de suite pseudo-aléatoire identiques, délivrant des mots de longueur supérieure à la longueur de la trame et remis dans un état initial à chaque début de trame.

En plus des mots d'adresse et des mots de fonction, des mots particuliers peuvent venir s'inscrire dans les données, le cas échéant. En effet, certains bits peuvent se trouver disponibles comme on le comprendra sur l'exemple suivant. Si l'on souhaite pouvoir disposer d'une capacité d'adressage supérieure à mille, on doit utiliser un mot d'adresse à 10 ou 11 bits (2^{10} = 1024 et 2^{11} = 2048). Comme, en pratique, les bits sont groupés en octets, le signal d'adresse devra comprendre au minimum deux octets. Si 10 ou 11 des 16 bits servent à constituer l'adresse proprement dite, les autres bits resteront disponibles. Ils peuvent être forcés à 0, mais certains d'entre eux au moins peuvent être utilisés dans diverses configurations qui correspondront, par construction, à des fonctions particulières. Ces fonctions sont par exemple la remise à l'heure de l'horloge interne des récepteurs ou le téléchargement de mémoires. La réception de ces configurations particulières indique au récepteur que les informations qui vont suivre seront relatives à ces fonctions particulières.

De plus, on peut former une trame "de remplissage", dans laquelle les bits de fonction sont forcés à 1, ce qui permet d'assurer aux récepteurs une continuité de fonctionnement, même en l'absence de vé-

ritables données de fonction.

Comme certains signaux de télécommande doivent être reçus par tous les récepteurs il est nécessaire que le mot d'adresse devant accompagner ces signaux soit reconnu par tous les récepteurs. En d'autres termes, si chaque récepteur doit posséder une adresse qui lui est propre et qui permet de l'identifier, il doit en posséder une seconde, qu'il aura en commun avec tous les autres récepteurs, cette seconde adresse permettant d'adresser simultanément à tous ces récepteurs, des informations de caractère général (par exemple remise à l'heure d'une horloge interne).

En ce qui concerne le mot de synchronisation utilisé en tête de trame, on utilise de manière avantageuse un mot présentant un pic d'autocorrélation important. Autrement dit, la distance de Hamming entre le mot reçu et le mot attendu varie brutalement lors de la réception du mot attendu. On peut utiliser par exemple le mot ØEED (en notation hexadécimale) ou tout autre mot équivalent.

En pratique, comme indiqué plus haut, en MDP2, du fait de l'incertitude de π sur la phase de la sous-porteuse démodulée, on recherche à la fois ce mot de synchronisation et son complément.

La reconnaissance d'un mot de synchronisation fait appel à des moyens connus. On pourra se reporter, par exemple, à l'article de W. SHREMPP et al, intitulé "Unique Word Detection in Digital Burst Communications" publié dans IEEE Transactions on Communications Technology, vol. COM-16, n°4, August 1968 pages 601-605.

Dans le cas de l'invention, on peut exiger que la distance de Hamming entre le mot reçu et le mot

attendu soit nulle. Mais on peut tolérer que cette distance soit égale à 1, à condition que cette distance se confirme sur plusieurs trames successives. Il s'agit en effet de trouver un juste compromis entre la nécessité de ne pas commettre d'erreur et le risque de ne jamais synchroniser le récepteur.

Quant aux deux codes détecteurs d'erreurs utilisés selon l'invention, si l'on connaît bien le code BCH, pour sa simplicité et sa grande capacité de détection, on connaît moins bien le code de REED-MULLER. Le choix de ce second code tient à ce que, en plus de sa grande capacité de correction, il est très simple à mettre en oeuvre au décodage. Cette propriété permet de répondre à l'exigence de faible coût des récepteurs. Bien que ce code ait un "rendement" faible (le nombre de bits de redondance est grand par rapport au nombre de bits d'information), cet inconvénient est mineur dans l'application envisagée puisqu'on s'attache avant tout à la puissance de correction et la simplicité de mise en oeuvre au décodage.

Pour ce qui est de la définition, des propriétés et de la mise en oeuvre des codes détecteurs et correcteurs d'erreurs, on pourra se reporter, d'une part, à l'ouvrage de C. Macchi et J.F. Guilbert intitulé "Téléinformatique" chapitre 4, et d'autre part, à l'ouvrage de G. Culmann intitulé "Codes détecteurs et correcteurs d'erreurs", ces deux ouvrages étant édités chez Dunod (France).

De toute façon, les caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux après la description qui va suivre, d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif. Cette description se réfère à des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 représente le spectre d'un signal composite utilisé en radiodiffusion par modulation de fréquence,

- la figure 2 est un schéma montrant l'organisation de la trame numérique utilisée dans l'invention,

- la figure 3 est un schéma synoptique d'un récepteur,

- la figure 4 est un organigramme expliquant la stratégie de synchronisation de trame dans le récepteur,

- la figure 5 est un schéma fonctionnel du décodeur.

Dans les installations actuelles de radiodiffusion utilisant la modulation de fréquence, le signal modulant la porteuse possède un spectre conforme au schéma de la figure 1. Ce signal dit "composite", est constitué par :

- un signal monophonique M s'étendant de 40 Hz à 15 kHz,
- un signal pilote P à 19 kHz,
- un signal stéréophonique S s'étendant entre 23 et 53 kHz,
- une sous-porteuse SP à 58,3 kHz.

Dans le cas de l'invention, c'est cette sous-porteuse P qui est modulée par le signal numérique à transmettre, selon une modulation à déplacement de phase à deux états (MDP2). L'ensemble du signal composite ainsi obtenu (avec sa sous-porteuse modulée en MDP2) est appliqué aux émetteurs à modulation de fréquence. Pour éviter des risques de perturbations des voies monophonique et stéréophonique, le taux de modulation de la sous-porteuse par le signal numérique est limité à quelques pour cents (par exemple 3%) du signal composite.

Le signal numérique venant moduler la sous-porteuse est organisé selon une trame dont la structure va maintenant être précisée, dans le cas particu-

lier non limitatif où l'on traite 2048 (2^{11}) abonnés au plus, et où l'on télécommande des fonctions prises dans un groupe qui en contient 256 (2^8). Dans ce cas particulier, il faut donc 11 bits pour coder les adresses des récepteurs et 8 pour coder les fonctions, soit au total 19 bits.

Sur la ligne (a) de la figure 2, on trouve le mot de 19 bits en question. Pour permettre une séparation des fonctions, ces 19 bits sont codés sur 3 octets : le premier octet (F) correspond aux 8 bits utilisés pour définir une fonction de télécommande ; les deux autres octets contiennent les 11 bits d'adresse (A) ; les 5 bits provisoirement inutilisés peuvent être mis à 0 ou peuvent être utilisés à des fins particulières comme exposé plus haut pour constituer un mot de caractère (C). Ces trois octets sont représentés sur la ligne (b) de la figure 2.

A ces 3x8 = 24 bits d'information sont ajoutés 18 bits de redondance par codage BCH, ce qui donne un mot de 42 bits (ligne c). Ce codage BCH est de type (42, 24) en ce sens qu'il fournit 42 bits au total, pour 24 bits d'information. Il peut être issu d'un code classique (63, 45) à 63 bits au total dont 45 bits d'information.

Les 18 bits de contrôle ainsi ajoutés permettront, soit de détecter jusqu'à 6 erreurs isolées, soit de détecter tous les paquets d'erreurs ayant jusqu'à 18 bits de longueur, la probabilité de non-détection des paquets d'erreurs dont la longueur est supérieure à 18 bits étant de 2^{-18}.

Les 42 bits obtenus après ce premier codage (24 bits utiles, 18 bits de contrôle) sont ensuite traités, par groupe de 6, (ligne d) par un code de REED-MULLER d'ordre 1, de longueur totale 32 (6 bits utiles, 26 bits de contrôle). Un tel code permettra de

corriger jusqu'à 7 erreurs isolées.

A ce stade du traitement le message numérique comprend donc 7 mots-code de 32 bits chacun (MC1, MC2... MC7). Ces mots sont représentés sur la ligne (e). Le message comprend alors 7x32 = 224 bits.

A ces 7 mots code de 32 bits vient s'ajouter un mot de synchronisation de trame, noté MS, de 16 bits. L'ensemble forme une trame numérique (ligne f). C'est cette trame qui vient moduler la sous-porteuse en MDP2.

Le message numérique est diffusé de manière cyclique pendant une certaine durée, par exemple pendant 2 minutes. La longueur de la trame étant de 240 bits (16 + (7 x 32)) et le débit de 600 bits/s, il y a donc 300 expéditions du message en deux minutes.

Il n'est pas nécessaire de décrire ici les moyens de modulation de la sous-porteuse, qui sont classiques. On pourra se reporter par exemple, pour ces questions de modulation (ou de démodulation) par déplacement de phase à la demande de brevet français FR-A 2 428 345.

Il n'est pas non plus nécessaire de décrire les émetteurs en modulation de fréquence, qui sont de tout type connu.

La figure 3 illustre la structure générale d'un récepteur conforme à l'invention. Ce récepteur comprend :

- un collecteur d'onde 10, constitué par un filtre accordé comprenant un condensateur 12 inséré dans le secondaire d'un transformateur d'isolement 14 dont le primaire est relié au réseau de distribution de courant 16, et un transistor amplificateur 18,
- un étage radiofréquence 20 à une entrée 22 reliée au collecteur d'onde 10, cet étage effectuant une démodulation de fréquence et délivrant, sur une sortie

24, une sous-porteuse modulée en phase,
- un démodulateur de phase MDP2 référencé 26, à une entrée 28 reliée à la sortie 24 de l'étage radiofréquence 20 et à une première sortie 30 délivrant la trame numérique, et à une seconde sortie 31 délivrant un signal d'horloge,
- un décodeur numérique 32 à deux entrées 34 et 35 reliées respectivement aux sorties 30 et 31 du démodulateur 26, ce décodeur possédant un groupe de sorties 33,
- des mémoires 36 reliées au décodeur 32,
- une base de temps 38 reliée également au décodeur,
- des relais 40_1, 40_2, 40_3 commandés par le décodeur et des contacts correspondants 42_1, 42_2, 42_3.

L'ensemble de ces moyens, constituant le récepteur de télécommande, est associé à un équipement électrique 50, qui est par exemple un compteur de taxation.

Comme il a été souligné plus haut, le collecteur d'onde 10 est l'une des originalités de l'invention. Cette disposition en entraîne d'autres puisque, tout en donnant satisfaction pour ce qui concerne le faible coût et le faible encombrement, elle présente l'inconvénient d'être peu efficace. Il en résulte que, si l'on veut obtenir la grande fiabilité exigée, il faut traiter l'information avec un soin tout particulier. D'où les deux codages permettant la détection et la correction des erreurs, la répétition cyclique de la trame et le comptage dans le décodeur.

Le circuit 20 possède une structure classique. Dans un mode de réalisation étudié par le demandeur, les caractéristiques radiofréquence de ce circuit étaient les suivantes :

* Plage de fréquence d'accord 87,5-108 MHz.
* Niveau d'entrée : compris entre -103 dBm et -30 dBm (OdBm = 1 milliwatt).

* Impédance d'entrée : symétrique de valeur 300 ohms.
* Rapport d'ondes stationnaires à l'entrée : 2.
* Facteur de bruit : 5,5 dB.
* Bande passante du circuit d'entrée $\geq$ 2 MHz.
* Réjection du canal image $>$ 80 dB.
* Réjection de la fréquence intermédiaire $>$ 100 dB.
* Stabilité de l'oscillateur local : l'oscillateur local est asservi par un oscillateur interne ayant une instabilité de $\pm 2.10^{-5}$.
* Impédance de sortie $<$ 1 kΩ.
* Niveau de sortie : OdB (référence : OdB correspond à 0,775 volt efficace) pour un signal modulant de 1 kHz en monophonie et une excursion de $\pm$ 75 kHz.
* Réponse amplitude-fréquence :
  $\pm$ 0,5 dB de 40 Hz à 53 kHz
  $\pm$ 3 dB de 53 kHz à 75 kHz
* Distorsion harmonique globale de 40 Hz à 15 kHz $\leq$ 0,5%.
* Atténuation de diaphonie : $\geq$ 40 dB dans la bande 400 Hz - 10 000 Hz.
* Variation du niveau de sortie en fonction du niveau d'entrée :
  $\pm$ 1 dB pour une variation à l'entrée de -103 dBm à -30 dBm.
* Rapport signal à bruit en monophonie après désaccentuation pour un signal d'entrée de -103 dBm : 35 dB.

Le démodulateur 26 est lui aussi un circuit classique. On peut noter à nouveau que le choix de la modulation MDP2 entraine une grande simplicité de structure pour ce circuit, ce qui permet de réduire le coût du récepteur. Le rôle du circuit 26 est d'isoler la sous-porteuse (SP) du signal composite fourni par le circuit 20, de démoduler cette sous-porteuse et de fournir au décodeur le flux numérique. Le démodulateur assure également la fonction de récupération de la

fréquence porteuse et du rythme. A ce sujet on pourra consulter le brevet français FR-A 2 367 387.

La description qui suit porte avant tout sur le décodeur 32 et les moyens associés. Ce décodeur a pour fonction de traiter la trame numérique qui se présente à son entrée 34, à l'aide du signal d'horloge qui se présente sur l'entrée 35. Sur l'entrée 34 la trame est sous la forme illustrée sur la ligne (f) de la figure 2.

Le décodeur 32 doit avant tout recevoir le mot de synchronisation MS et développer une stratégie de synchronisation de trame. Conformément au schéma de la figure 4, le décodeur se place dans l'un ou l'autre des quatre états suivants :

Etat E_2 ou état de recherche :

C'est l'état initial ; le décodeur recherche le mot de synchronisation bit par bit. Ce type de recherche est classique et il n'est pas besoin de le décrire en détail ici. Il suffit de rappeler que l'on mesure l'écart entre le mot recherché et le mot reçu. Cet écart est dit "distance de Hamming" : c'est très exactement le nombre d'éléments binaires de même rang qui diffèrent dans deux mots, ou encore le poids, modulo 2n, de la somme de deux mots de n éléments binaires. Lorsque le décodeur a reconnu le mot de synchronisation avec une distance de Hamming d = 0 ou 1, il initialise un compteur modulo la longueur N de la trame et passe dans un état E_3.

Etat E_3 ou état de confirmation :

Après un comptage à N (longueur de la trame), le décodeur vient contrôler le mot de synchronisation. Si la reconnaissance se fait à nouveau avec d = 0 ou 1, le système passe dans un nouvel état E_0 (après réinitialisation du compteur), sinon, il retourne dans l'état E_2 et le compteur est inhibé.

Etat E_0 ou état verrouillé :

Dans cet état, le décodeur est considéré comme synchronisé et les données sont exploitées (comme on le verra plus loin). La recherche du mot de synchronisation est poursuivie avec une période N et le système se maintient dans cet état tant que la distance de Hamming calculée sur le mot de synchronisation reste égale à 0 ou à 1. Si elle devient supérieure à 1, le système passe dans l'état E_1.

Etat E_1 ou état d'alerte :

Dans cet état, les données continuent d'être exploitées. Si la distance de Hamming vaut 0 ou 1, le système retourne en E_0. Sinon (si d 1) le système se déclare en état de perte de synchronisation, les données ne sont plus exploitées, le compteur modulo N est inhibé et le système passe en E_2.

La figure 5 montre la suite des fonctions remplies par le décodeur. Les blocs représentés ont la signification suivante :

51 : contrôle du mot de synchronisation,

52 : Désembrouillage, cette opération étant facultative comme expliqué plus haut et n'intervenant que si, à l'émission, le signal a été blanchi par un signal d'embrouillage pseudo-aléatoire ;

53 : Décodage REED-MULLER avec correction des erreurs,

54 : décodage BCH avec détection des erreurs résiduelles ;

55 : traitement des bits de caractères, qui sont, comme expliqué plus haut, les bits restant disponibles dans les octets d'adresse (mot C sur la ligne b de la figure 2) et déclenchant des opérations de mise à l'heure ou de téléchargement ou concernant une trame de remplissage,

56 : traitement des bits d'adresse,

57 : traitement des bits de fonction,

58 : validation par un comptage du nombre de mots de fonction coïncidant avec un mot mémorisé.

De façon plus précise le fonctionnement du décodeur est le suivant.

Lorsque le système se trouve dans l'état E_0, le verrouillage de trame est supposé être effectif et les données sont exploitées par le décodeur. Cette exploitation commence éventuellement par le désembrouillage, puis par la mise en oeuvre du code de REED-MULLER pour la correction des erreurs. Ce code peut corriger jusqu'à 7 erreurs parmi les 32 bits composant chacun des mots-code.

Les 42 bits (6 bits pour chacun des 7 mots-code) une fois regroupés, le décodeur met en oeuvre le code BCH pour détecter des erreurs résiduelles. Les 3 octets transportant l'information sont mis en mémoire.

Lorsqu'un message ne contient plus d'erreur résiduelle après vérification par le code BCH, les deux octets d'adresse (A) sont décodés. Si l'adresse obtenue est celle du récepteur, l'octet de fonction F est comparé aux 6 valeurs contenues dans les mémoires 38. Ces 6 valeurs correspondent aux trois contacts du récepteur (une valeur pour l'ouverture et une pour la fermeture). Lorsqu'il y a égalité entre la fonction F reçue et l'une de ces 6 valeurs, un compteur est incrémenté d'une unité. Il y a autant de compteurs que de fonctions mémorisées, soit 6 dans l'exemple pris. Quand le contenu de l'un de ces compteurs atteint une valeur prédéterminée, par exemple 6, un ordre d'exécution correspondant à la fonction est engendré et les six compteurs sont remis à zéro. La commande est donc validée.

L'ordre d'exécution de la commande agit sur les

relais 40_1, 40_2, 40_3, lesquels commandent les contacts 42_1, 42_2, 42_3. Ces contacts permettent d'établir ou d'interrompre des connexions appartenant à l'équipement à télécommander.

Naturellement, on comprendra que le nombre de relais utilisés dans l'exemple illustré (3) n'est en aucune manière limitatif et qu'on peut, dans la pratique, en commander un nombre quelconque, ce nombre étant toutefois inférieur à 2^{n-1}, si n est le nombre de bits de fonction utilisé à l'émission (un contact pouvant être ouvert ou fermé, il lui correspond en effet deux fonctions).

En pratique, les moyens 38 pour mémoriser les diverses fonctions à traiter par le récepteur peuvent être des microinterrupteurs ("microswitch" en terminologie anglosaxonne). Le récepteur comprend alors autant de microinterrupteurs que de fonctions, 6 dans l'exemple considéré plus haut. Les fonctions étant codées sur un octet, ces microinterrupteurs sont à 8 bits. Chacun de ces organes permet de reconnaître une fonction parmi 256.

La configuration de l'octet mémorisé dans chacun des microinterrupteurs peut être modifiée par téléchargement. Cette fonction particulière est commandée par l'apparition des mots de caractères (C) évoqués plus haut.

Bien que le décodeur qui vient d'être décrit puisse être réalisé en logique câblée, (registres, mémoires, compteurs, portes, etc...) on peut préférer utiliser un microprocesseur et des mémoires de programme basées sur un logiciel approprié.

REVENDICATIONS

1. Procédé de télécommande d'équipements électriques, dans lequel :

A) dans un centre d'émission :

- on forme un signal numérique correspondant à une fonction à télécommander, on code ce signal par au moins un code détecteur et correcteur d'erreurs, on module un signal analogique par le signal numérique codé et on émet le signal modulé à destination des équipements à télécommander ;

B) dans des récepteurs associés à chacun des appareils :

- on reçoit le signal émis, on le démodule, on décode le signal démodulé pour restituer le signal numérique correspondant à la fonction à télécommander et on engendre un ordre d'exécution de cette fonction,

ce procédé étant caractérisé par le fait que :

A) dans le centre d'émission :

- le signal numérique est formé d'un mot d'adresse (A) et d'un mot de fonction (F),
- ce signal est traité successivement par deux codes détecteurs et correcteurs d'erreurs, un premier code BCH et un second code de REED-MULLER,
- on fait précéder le signal doublement codé par un mot de synchronisation (MS), l'ensemble mot de synchronisation-mot d'adresse-mot de fonction constituant une trame numérique,
- on répète cette trame cycliquement,
- chaque trame numérique module une sous-porteuse (SP) par une modulation à déplacement de phase,
- cette sous-porteuse (SP) ainsi modulée est utilisée pour moduler en fréquence une porteuse qui est ensuite radiodiffusée par un émetteur de radiodiffusion à modulation de fréquence ;

B) dans chaque récepteur,

- on capte le signal radiodiffusé par un filtre accordé (10) couplé au réseau de distribution (16) de courant électrique alimentant l'équipement à télécommander (50),
- on effectue une démodulation de fréquence pour restituer la sous-porteuse modulée,
- on démodule la sous-porteuse par une démodulation à déplacement de phase pour restituer la trame numérique,
- on traite la trame numérique d'abord par reconnaissance du mot de synchronisation (MS), puis par un premier décodage de type REED-MULLER, ce qui permet de détecter et de corriger les éventuelles erreurs, puis par un second décodage de type BCH, ce qui permet de détecter les erreurs résiduelles, et on restitue ainsi le signal numérique avec son mot d'adresse (A) et son mot de fonction (F),
- on décode le mot d'adresse (A),
- on compare l'adresse reçue avec une adresse propre au récepteur,
- si l'adresse reçue et l'adresse du récepteur coïncident, on traite le mot de fonction reçu (F) en le comparant à une pluralité de mots de fonction mis en mémoire dans le récepteur,
- on compte le nombre de coïncidences entre le mot de fonction reçu cycliquement et l'un des mots de fonction mis en mémoire et, lorsque ce nombre atteint une valeur prédéterminée, on déclenche un ordre d'exécution correspondant à cette fonction dans l'équipement associé.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la modulation à déplacement de phase est une modulation à déplacement de phase à deux états (MDP2).

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que la reconnaissance du mot de synchronisation s'accompagne d'une reconnaissance du mot complémentaire.

4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'à l'émission on superpose au signal binaire de données un signal binaire pseudo-aléatoire par addition modulo 2 et qu'à la réception on superpose au signal reçu un signal binaire pseudo-aléatoire identique à celui qui a été utilisé à l'émission, par la même opération d'addition modulo 2.

5. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mot de fonction (F) est un octet.

6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que le mot d'adresse (A) s'étend sur deux octets.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé par le fait que le mot d'adresse (A) occupant incomplètement ces deux octets, des bits étant ainsi inutilisés, ces bits sont employés pour constituer un mot de caractères (C) correspondant à des fonctions particulières du récepteur, notamment à une mise à l'heure d'une horloge interne ou à un téléchargement de mots de fonction.

8. Récepteur de signaux de télécommande pour la mise en oeuvre du procédé de la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend :

- un collecteur d'onde (10) constitué par un filtre accordé couplé au réseau de distribution de courant électrique (16),
- un étage radiofréquence (20) à une entrée (22) reliée au collecteur d'onde, cet étage effectuant une démodulation de fréquence et ayant une sortie (24) délivrant une sous-porteuse,

- un démodulateur de phase (26) à une entrée (28) reliée à la sortie (24) de l'étage radiofréquence (20) et à deux sorties (30, 31) délivrant respectivement une trame numérique et un signal d'horloge,
- un décodeur numérique (32) à deux entrées (34, 35) reliées respectivement aux sorties (30, 31) du démodulateur (26), ce décodeur (32) comprenant des moyens de recherche du mot de synchronisation, des moyens de décodage REED-MULLER et de décodage BCH, des moyens pour décoder le mot d'adresse reçu et pour comparer l'adresse reçue avec une adresse propre au récepteur, des moyens pour comparer le mot de fonction reçu avec des mots de fonctions mémorisés dans le récepteur et pour compter le nombre de coïncidences entre les mots reçus cycliquement et l'un des mots mémorisés et pour déclencher une commande lorsque le résultat de ce comptage atteint une valeur prédéterminée.

9. Récepteur selon la revendication 8, caractérisé par le fait que les moyens pour mémoriser les mots de fonctions sont des microinterrupteurs mis dans une certaine configuration, chaque microinterrupteur étant associé à un compteur de validation.

10. Récepteur selon la revendication 9, caractérisé par le fait que chaque microinterrupteur est téléchargeable.

0152341

FIG.1

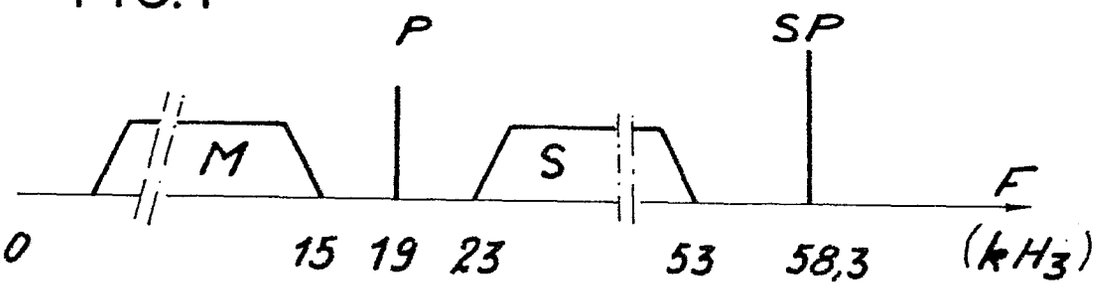


FIG.2

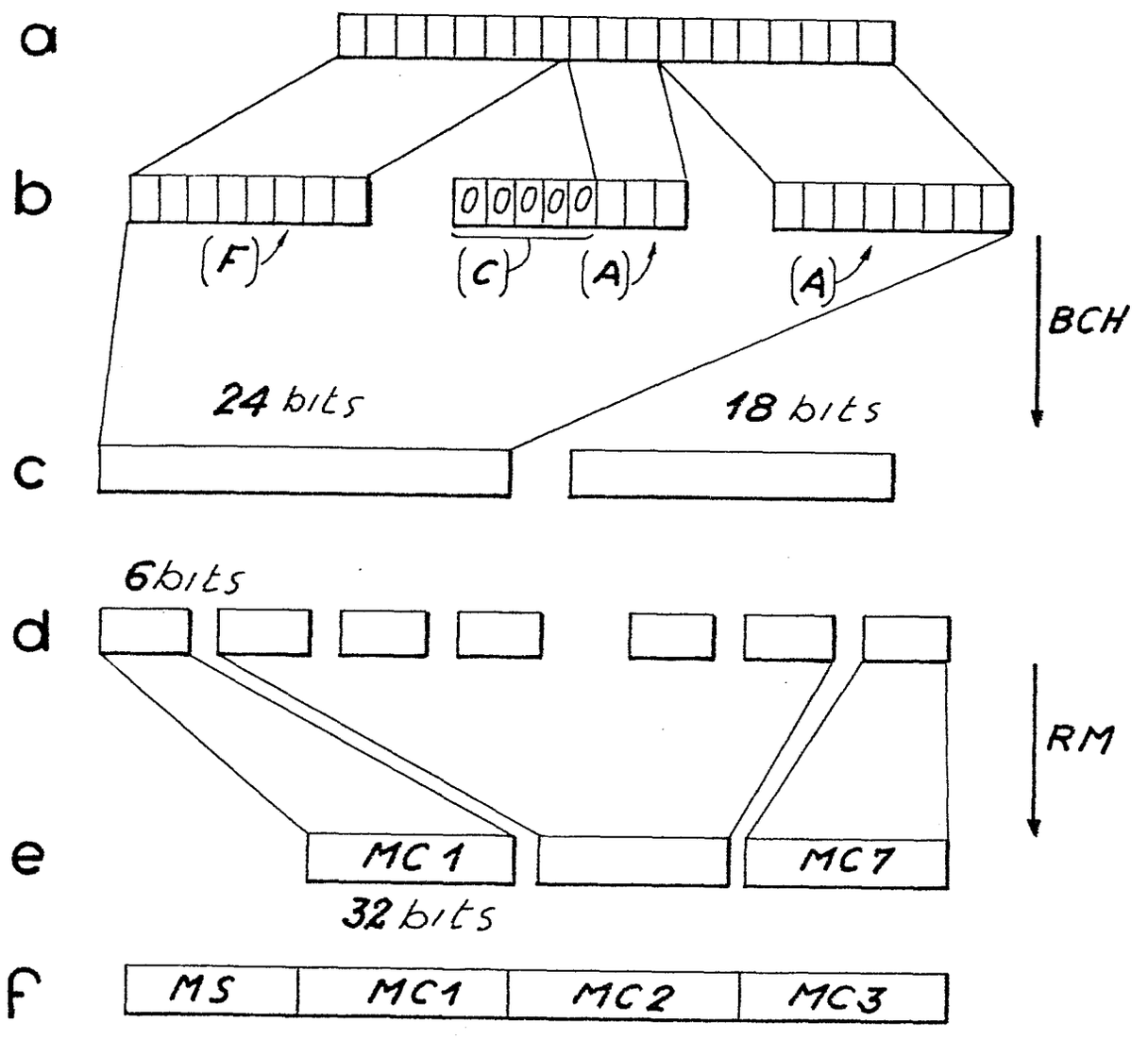


FIG.3

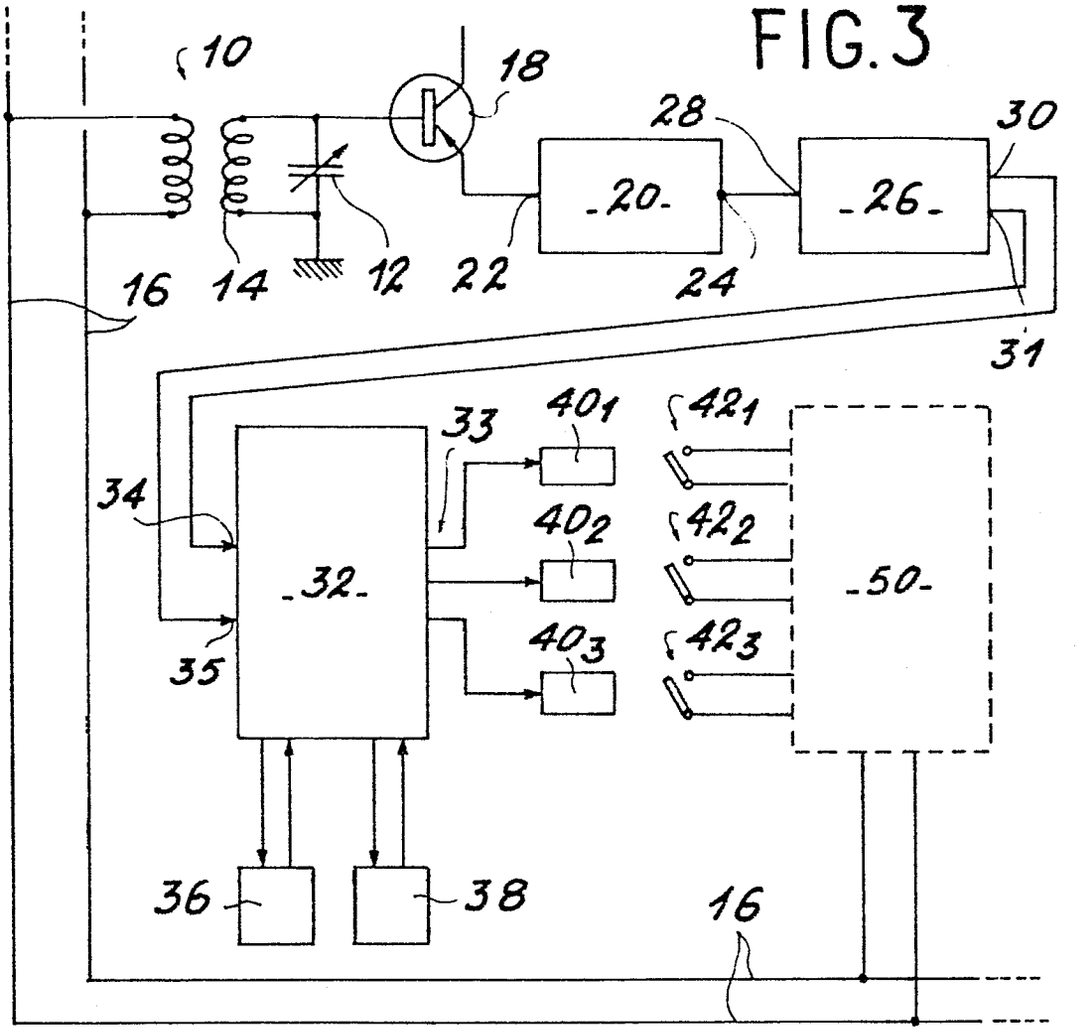
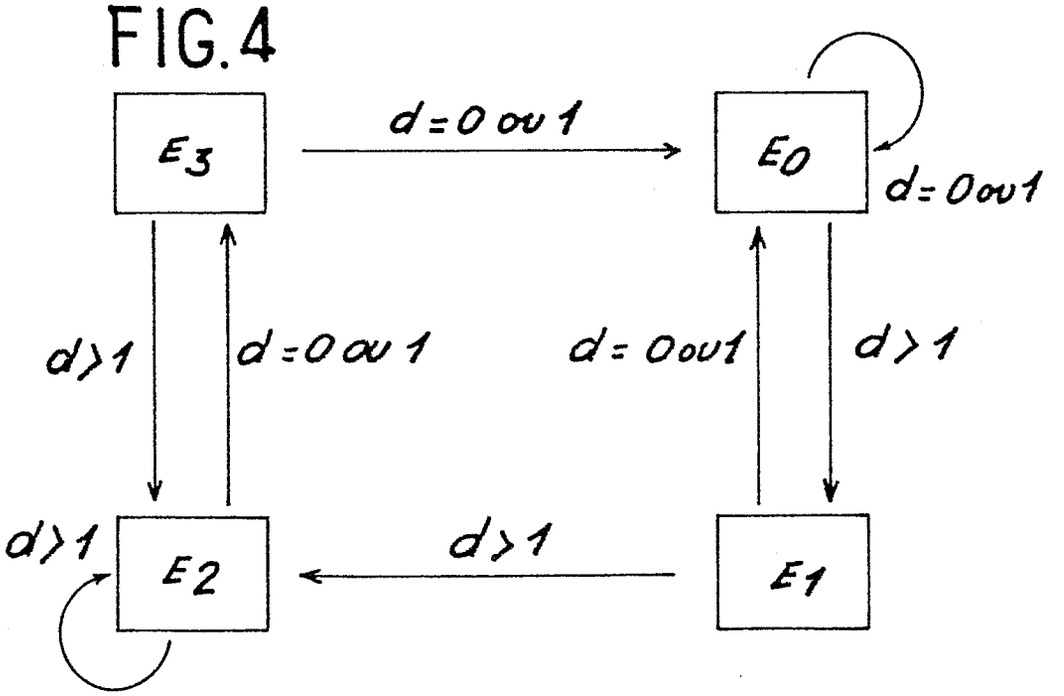

10
18
28
30
20
26
16
14
12
22
24
31
33
401
421
34
402
422
32
50
35
403
423
36
38
16

FIG.4


E3
d=0 ou 1
E0
d=0ou1
d>1
d=0 ou 1
d= 0ou1
d>1
d>1
E2
d>1
E1

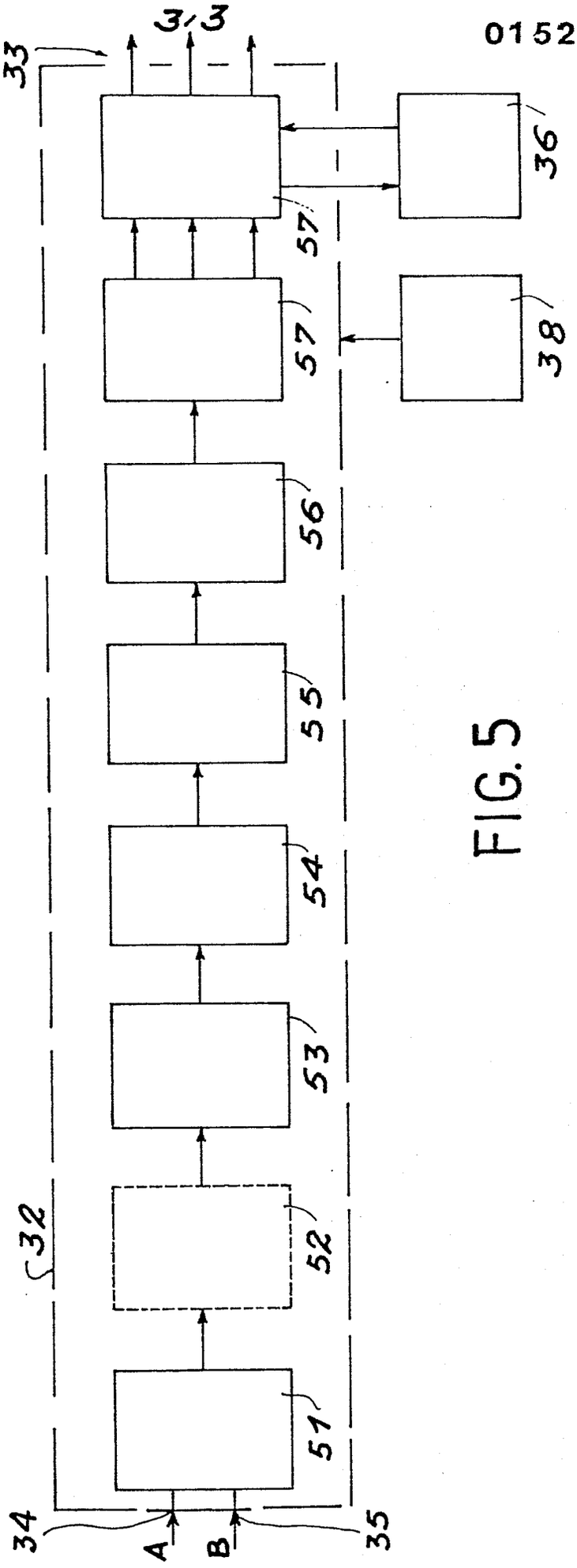


FIG.5

0152341

Office européen des brevets

Numero de la demande

EP 85 40 0180

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie	Citation du document avec indication en cas de besoin des parties pertinentes	Revendication concernee	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int Cl 4)
A	GB-A-2 061 581 (ALTRAN ELECTRONICS) * Page 4, lignes 80-118; page 5, lignes 15-78; page 6, ligne 35 - page 7, ligne 20; revendications 1-3,7; figures 1-5 *	1,8	G 08 C 19/28 H 04 H 1/00
A	PHILIPS TECHNICAL REVIEW, vol. 39, no. 8, 1980, pages 216-225, Eindhoven, NL; G.C.M. GIELIS et al.: "Station and programme identification in FM sound broadcasting" * Page 220, colonne de gauche, ligne 1 - page 221, colonne de droite, ligne 17; page 225, colonne de gauche, ligne 4 - colonne de droite, ligne 4 *	1,2,8	
A	IEEE TRANSACTIONS ON BROADCASTING, vol. BC-27, no. 4, décembre 1981, pages 65-70, IEEE, New York, US; H.R. ANDERSON et al.: "A technique for digital information broadcasting using SCA channels" * Page 65, colonne de droite, ligne 1 - page 66, colonne de gauche, ligne 33; page 69, colonne de droite, dernier alinéa - page 70, colonne de gauche, ligne 12 *	1,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int Cl 4) G 08 C H 04 H H 04 L H 04 Q

-/-

Le present rapport de recherche a ete etabli pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achevement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	10-05-1985	WANZEELE R.J.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent a 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 : theorie ou principe a la base de l'invention
E : document de brevet anterieur, mais publie a la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cite pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

OEB Form 1503 03 82

Office européen des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 85 40 0180

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Categorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernee	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int Cl 4)
A	US-A-4 112 369 (FORMAN) * Colonne 3, ligne 55 - colonne 5, ligne 6; colonne 14, ligne 56 - colonne 16, ligne 22; figures 1,2 *	1,4,8	
A	JOURNAL OF PHYSICS E: SCIENTIFIC INSTRUMENTS, vol. 15, no. 7, juillet 1982, pages 755-759, The Institute of Physics, Dorking, GB; S.K. GHOSH et al.: "A telecommand system for balloon payloads" * Page 755, colonne de droite, ligne 17 - page 756, colonne de gauche, ligne 46; figures 1-4 *	1,8	
A	NTC '77 CONFERENCE RECORD, vol. 3, 1977, pages 36:2-1 - 36:2-7, IEEE, New York, US; R.W. BOYD et al.: "A concatenated coding approach for high data rate applications" * Page 36:2-1, colonne de droite, dernier alinéa - page 36:2-2, colonne de gauche, ligne 19 *	1,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	US-A-4 207 524 (PURCHASE) * Résumé *	1,8	
A	US-A-4 091 361 (EISCHELBERGER) * Résumé *	1,8	

Le present rapport de recherche a ete etabli pour toutes les revendications

Lieu de la recherche	Date d'achevement de la recherche	Examinateur
LA HAYE	10-05-1985	WANZEELE R.J.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

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 : theorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

OEB Form 1503 03 82