

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

Numéro de publication:

0 141 749
A2

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21)

Numéro de dépôt: **84402206.1**

(51)

Int. Cl.⁴: **G 08 C 19/28, E 21 C 35/24**

(22)

Date de dépôt: **02.11.84**

(30)

Priorité: **04.11.83 FR 8317557**

(71)

Demandeur: **Etablissement public dit:
CHARBONNAGES DE FRANCE, 9, Avenue Percier,
F-75008 Paris (FR)**

(43)

Date de publication de la demande: **15.05.85**
Bulletin 85/20

(72)

Inventeur: **Noel, Marc Serge, 14, rue de Paris,
F-60530 Neuilly en Thelle (FR)**

(84)

Etats contractants désignés: **AT BE CH DE FR GB IT LI
LU NL SE**

(74)

Mandataire: **Rinuy, Santarelli, 14, avenue de la Grande
Armée, F-75017 Paris (FR)**

(54)

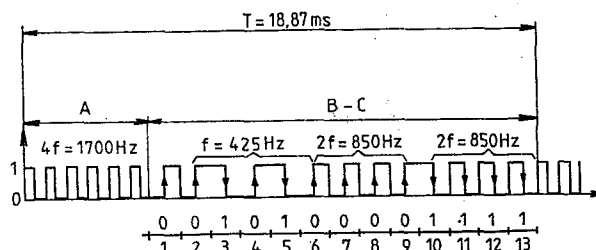
Procédé de télécommande à vue directe d'un engin de chantier et ensemble émetteur-récepteur adapté à sa mise en oeuvre.

(57)

L'invention concerne un procédé de télécommande à vue directe d'une machine de chantier adaptée à exécuter des pluralités d'ordres simultanés, ainsi qu'un ensemble émetteur-récepteur adapté à sa mise en oeuvre.

Selon l'invention, on élabore à partir des ordres d'un conducteur de la machine un signal séquentiel binaire dont chaque séquence comporte des bits de synchronisation occupés par un signal binaire périodique et des bits d'information reprenant sous forme binaire biphase la teneur desdits ordres, on module à l'aide de ce signal séquentiel binaire une onde porteuse que l'on émet et, après réception, on restitue ce signal séquentiel binaire et on le convertit en signaux électriques appropriés.

Application notamment à la télécommande d'engins de chantier tels que haveuse ou chargeur-transporteur.

**EP U 141 749 A2**

Procédé de télécommande à vue directe d'un engin de chantier et ensemble émetteur-récepteur adapté à sa mise en oeuvre.

La présente invention concerne la télécommande à vue directe d'un engin ou machine de chantier adapté à exécuter des pluralités d'ordres simultanés. Elle s'applique tout particulièrement, mais non exclusivement, à la télécommande d'engins de mines et de carrières, par exemple un engin de chantier souterrain tel qu'une haveuse ou encore un chargeur-transporteur.

Ainsi qu'on le sait, la commande à distance de machines ou engins de chantier a pour principal objet d'écarter le conducteur ou le pilote de l'engin vis-à-vis d'une zone de travail jugée dangereuse, ou de le placer dans de meilleures conditions de travail.

Ces objectifs apparaissent tout particulièrement critiques dans le cas de zones de travail fortement empoussiérées, éventuellement rendues dangereuses par la chute de blocs, où le conducteur doit pouvoir commander et suivre visuellement les opérations tout en restant à l'abri. C'est le cas notamment de haveuses travaillant dans des tailles en semi-dressant, ou de camions travaillant en chambre de soutirage. Il s'agit alors de télécommande "à vue directe".

Compte tenu des mauvaises conditions de travail qui viennent d'être évoquées, il va de soi qu'il est quasi-indispensable que la télécommande ne fasse pas intervenir de câble susceptible d'être écrasé, coincé ou coupé. On procède de ce fait, classiquement, par modulation d'une onde porteuse, destinée à transiter sous forme électromagnétique depuis un émetteur jusqu'à un récepteur, selon des fréquences sélectionnées en fonction des instructions données par le pilote (voir par exemple

l'article sur la "La radio en taille" dans l'INDUSTRIE MINERALE : Les Techniques, Suppl. 3-81, mars 1981, pages 205-209, PARIS, FRANCE) : le débit informationnel est faible.

5 De telles télécommandes, qui continuent à être performantes, présentent toutefois des inconvénients, notamment du fait qu'elles ne permettent pas l'envoi d'ordres simultanés, ce qui se révèle contraignant lorsqu'il convient de commander en parallèle, par exemple, la sortie d'un vérin ou la rotation d'un bras (ordres en tout ou rien) ainsi que
10 le sens et la vitesse de mouvement de l'engin ou d'un de ses éléments (ordres variables).

On connaît aussi des dispositifs de télécommande adaptés à transmettre des ordres simultanés, notamment d'après les documents FR-A-2.191.796 ou GB-A-1.603.837, mais
15 ceux-ci, qui procèdent par élaboration d'un signal binaire, par exemple en codage biphase, à partir de l'ensemble des ordres parallèles à transmettre, utilisent une fréquence d'émission par niveau logique du signal binaire : il n'y a pas d'onde porteuse, et le couplage de type magnétique établi
20 entre émetteur et récepteur ne permet en pratique qu'une faible portée d'émission qui peut s'avérer insuffisante pour permettre à l'opérateur de rester à l'abri.

En règle générale, les télécommandes actuellement connues se révèlent couramment insuffisamment fiables, compte
25 tenu d'une part des parasites qui peuvent altérer les ondes électromagnétiques entre émetteur-récepteur et des éventuels obstacles rencontrés par ces dernières, ce qui conduit à des circuits complexes de validation des instructions reçues, et d'autre part de l'importante puissance parfois requise pour
30 l'émission, notamment dans des chantiers souterrains où la

majeure partie des ondes émises sont absorbées par les parois, ce qui requiert l'association à l'émetteur d'un accumulateur d'alimentation de forte capacité au moyen d'un câble souple susceptible d'être détérioré.

5 En outre, ces télécommandes ne se prêtent pas à une double commande, avec deux émetteurs partagés entre un conducteur et son aide ; or ce besoin se fait de plus en plus ressentir de nos jours.

10 De plus, ces télécommandes doivent être conçues cas par cas, en fonction de la machine particulière qu'il convient d'équiper, d'où des coûts élevés et des difficultés de réparations en cas de pannes.

15 La présente invention vise à pallier ces inconvénients grâce à un procédé de télécommande adapté à permettre une transmission d'ordres simultanés avec une grande dynamique de fonctionnement ainsi que, de préférence, une fiabilité élevée dans la prise en compte des instructions, notamment dans le cas d'un ordre d'arrêt d'urgence une réelle autonomie de l'émetteur pendant de
20 longues durées, et une possibilité de double commande.

 L'invention propose à cet effet un procédé de télécommande à vue directe d'une machine de chantier, notamment pour mines et carrières, adapté à transmettre à cette machine, une pluralité d'ordres à exécuter
25 simultanément, selon lequel on convertit les ordres parallèles d'un conducteur de la machine en signaux binaires, on élabore à partir de ceux-ci un signal séquentiel binaire dont chaque séquence comporte des bits de synchronisation et des bits d'information représentatifs, en codage biphase, des
30 signaux binaires précités, on élabore à partir de ce signal

séquentiel binaire un signal de télécommande que l'on émet, on restitue à partir de ce dernier, après réception, le signal binaire séquentiel que l'on convertit après synchronisation en signaux électriques appropriés pour la commande de la machine, ce procédé étant caractérisé en ce que le signal séquentiel binaire comporte un signal périodique en créneau dans ses bits de synchronisation, et que le signal de télécommande résulte de la modulation en amplitude d'une onde porteuse par ce signal séquentiel binaire.

Dans un mode préféré de réalisation de l'invention, pour la télécommande d'un engin comportant un organe à commande variable, une pluralité d'ordres forme un groupe indépendant qui correspond à diverses valeurs possibles d'un signal électrique de commande dudit organe.

Il est à noter que la prise en compte d'un tel ordre variable suppose que la plage admise pour ce dernier ait été rendue discontinue, par l'aménagement d'une pluralité de plots intermédiaires pour le positionnement d'un curseur entre des positions extrêmes. La répartition de ces plots peut être régulière (ordres proportionnels) ou présenter des variations de densité, notamment pour les valeurs fiables du signal électrique de commande.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la transmission d'un ordre d'arrêt d'urgence correspond à l'émission du signal de synchronisation pendant des bits d'information. Il est avantageux pour cela que la fréquence de ce signal de synchronisation soit un multiple pair des fréquences transitoires susceptibles d'apparaître dans les bits d'information du signal binaire codé en biphase.

Il est à noter que l'utilisation de la fréquence de synchronisation pour l'élaboration d'un signal d'arrêt d'urgence offre une grande garantie puisque les circuits de détection d'arrêt d'urgence sont pour une grande part testés en fonctionnement normal lors de la détection du signal de synchronisation. De préférence, une absence prolongée de ce dernier signal provoque un arrêt par "défaut" de la machine télécommandée.

Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on teste la validité du signal de modulation restitué au récepteur par exploitation de la redondance des signaux binaires dans un nombre prédéterminé de séquences successives.

Selon une autre caractéristique avantageuse, la transmission d'ordres variables seuls est intermittente, par exemple pendant 200 ms par seconde, en vue d'économiser la charge de l'accumulateur d'alimentation, lequel pourra ainsi, le cas échéant, être intégré à l'émetteur. L'invention préconise toutefois que lors des périodes d'intermittences, l'onde porteuse continue à être émise, quoique à faible puissance, pour permettre un rétablissement rapide de la synchronisation.

Grâce au procédé de télécommande selon l'invention, il est possible d'équiper un engin de chantier de plusieurs canaux de commande, selon des ondes porteuses assez voisines, permettant, lorsque le besoin s'en fait sentir, la conduite à plusieurs, par le conducteur et au moins un aide, de l'engin considéré. De façon avantageuse, le conducteur garde le monopole des ordres variables et le procédé de télécommande de l'invention prévoit d'éliminer tout ordre variable

transmis selon une onde porteuse différente de celle accordée au conducteur.

L'invention a également pour objet un ensemble émetteur-récepteur adapté à la mise en oeuvre du procédé précité.

Il est à noter qu'un ensemble émetteur-récepteur pour la mise en oeuvre du procédé de l'invention est modulaire et évolutif.

D'autres objets, caractéristiques et avantages de l'invention ressortent de la description qui suit, donnée à titre d'exemple non limitatif, en regard des dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'une séquence d'un signal de modulation selon l'invention ;

- la figure 2 est un chronogramme représentant l'établissement d'une séquence de modulation en fonction des états binaires des signaux associés aux instructions du conducteur ;

- la figure 3 est un schéma synoptique d'un ensemble émetteur-récepteur pour la mise en oeuvre du procédé de télécommande de l'invention ;

- la figure 4 est un schéma synoptique de la partie émetteur de l'ensemble émetteur-récepteur de la figure 3 ;

- la figure 5 est un schéma synoptique du codeur binaire de l'émetteur de la figure 4 ;

- la figure 6 est un schéma synoptique d'un ensemble récepteur associé à deux ensembles émetteurs selon la figure 4 associé à une haveuse ;

- la figure 7 est un schéma synoptique du système de validation et de décodage de la figure 6 ; et

- la figure 8 est un schéma synoptique d'un circuit d'exploitation de la redondance disposé à la sortie du système de décodage de la figure 7.

5 La figure 1 montre une séquence d'un signal séquentiel binaire utilisé selon l'invention pour la modulation d'une onde porteuse rayonnée sous la forme d'une onde électromagnétique depuis un émetteur vers un récepteur. Cette séquence comporte deux groupes de signaux A et B-C. Le groupe A est formé par un signal binaire périodique de synchronisation. Le groupe B-C comporte des signaux binaires de fréquence variable, qui traduisent les instructions à transmettre à la machine à télécommander, préalablement converties en code binaire. Une partie des bits (groupe B) correspond à un premier groupe d'ordres indépendants, par exemple des ordres temporaires en tout ou rien, tandis que 10 l'autre partie (groupe C) correspond à un second groupe d'ordres indépendants, un ordre variable par exemple. De la sorte, une pluralité d'ordres peuvent être transmis simultanément.

20 Il est précisé que le codage binaire des ordres variables nécessite de définir des positions intermédiaires entre les valeurs extrêmes de ces ordres.

En pratique, certains bits peuvent être inutilisés lorsque le nombre global d'ordres à transmettre est inférieur 25 au nombre des possibilités offertes par le nombre total des bits d'informations de chaque séquence.

Dans l'exemple de la figure 1, la séquence est divisée en 16 moments : 3 moments sont consacrés aux signaux de synchronisation (à raison de 2 créneaux par moment) et 13 30 moments sont disponibles pour la transmission des informations. Il va de soi que le nombre d'ordres susceptibles d'être transmis en parallèle est d'autant plus faible que le nombre d'ordres différents à transmettre est élevé.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, le codage des bits d'information est de type biphase, la valeur de l'état binaire codé dans chaque bit d'information étant traduite par le sens d'une transition binaire au milieu de ce bit : ainsi une transition médiane positive correspond à un état binaire 0, et inversement. Les divers états binaires sont précisés à la figure 1 au-dessus des numéros d'ordre des bits dans la séquence.

On observe de ce fait sur la figure 1 qu'une succession d'états binaires alternés (0101...) se traduit par des signaux codés biphasés dont la fréquence, égale à la fréquence des bits, est minimale (notée f), tandis qu'une succession d'états binaires identiques, 0 ou 1, se traduit par des signaux codés biphasés dont la fréquence est double de la précédente (notée $2f$). La fréquence des signaux de synchronisation est un multiple pair de cette dernière, soit $4f$ dans l'exemple proposé.

Les signaux carrés à f et $2f$ ne présentent que des harmoniques de rangs impairs (3, 5...) de sorte que les composantes spectrales du signal séquentiel concernant les bits d'information (groupes B et C), d'une part, et la synchronisation (groupe A), d'autre part, sont bien distinctes sur l'échelle des fréquences. C'est cette propriété qui permet d'extraire, du signal séquentiel restitué à la réception, les signaux de synchronisation qui sont nécessaires au décodage de chaque séquence.

La fréquence de répétition des séquences est de $(f/8)$.

A titre d'exemple, l'invention propose de prendre une fréquence de synchronisation à 1700 Hz. Les composantes spectrales des signaux d'information sont alors de préférence de 425 Hz et de 850 Hz, tandis

que la fréquence de répétition des séquences est de 53,125 Hz (d'où des séquences de 18,87 ms).

Ainsi qu'il est requis pour toute télécommande de machine, un procédé de télécommande selon l'invention est adapté à transmettre un ordre AU d'arrêt d'urgence. L'invention préconise tout particulièrement que ce signal soit un signal en créneau périodique dont la fréquence soit celle des signaux de synchronisation, soit 1700 Hz dans l'exemple de la figure 1.

Le principe des opérations de codage binaire est détaillé sur le chronogramme de la figure 2.

Divers signaux d'horloge sont nécessaires à l'établissement du signal séquentiel, obtenus par des divisions par 2 réitérées :

- H_0 de fréquence $4 f$ (1700 Hz) ;
- $\overline{H}_1$ et H'_1 de fréquence $2 f$ (850 Hz) avec toutefois un déphasage d'un quart de période de retard entre H'_1 et $\overline{H}_1$; et
- H_2 à H_5 , correspondant à des fréquences f , $f/2 \dots f/8$ qui servent pour la définition des séquences.

La ligne "n" correspond aux numéros d'ordre des 16 moments d'une séquence, tandis que la ligne "C" correspond aux états binaires des ordres de commande pendant les 13 derniers moments de la séquence.

Un signal binaire S_B est établi qui reprend le signal H'_1 pendant les trois premiers moments, puis prend un niveau nul pour les états binaires 0 de C et un niveau maximal pour les valeurs 1 de C.

Un signal séquentiel primaire S_p est alors établi, dont le niveau est maximal lorsque S_B et $\overline{H}_1$ sont tous deux maximaux et minimaux, ou minimal lorsque S_B et $\overline{H}_1$ sont de niveaux différents.

Un signal séquentiel de sortie S_s est enfin établi, après prise en compte d'un éventuel ordre d'arrêt d'urgence, qui apparaît au cours du moment 11 de la séquence représentée à la figure 2. Le signal S_s reprend la valeur du signal séquentiel primaire S_p tant que

le signal AU est nul. Dès que ce dernier devient maximal, le signal H_0 est substitué à S_p dans S_s . C'est ce signal S_s qui sert à la modulation de l'onde porteuse rayonnée entre émetteur et récepteur.

5 La figure 3 illustre schématiquement la structure d'un ensemble émetteur-récepteur pour la mise en oeuvre d'un procédé de télécommande selon l'invention. La partie émetteur E est représentée à une plus petite taille que la partie récepteur R pour indiquer que la
10 partie émetteur est en général portable donc plus petite, a priori, que la partie récepteur qui est à poste fixe sur la machine.

 Seuls les principaux composants de l'émetteur E et du récepteur R ont été schématisés sur la figure 3.
15 Ainsi, les ordres du conducteur sont introduits dans l'émetteur E par l'intermédiaire d'un pupitre de commande PC muni des interrupteurs, commutateurs, curseurs et boutons-poussoirs appropriés. Les ordres reçus par le pupitre de commande sont traités par une logique LS
20 spécifique de la machine à commander qui "filtre", regroupe et canalise les ordres donnés en sorte de ne retenir, selon des règles de priorité pré-établies, que des ordres compatibles et susceptibles d'être émis simultanément. D'éventuelles erreurs de commandes, par
25 appui parasite sur deux touches à la fois par exemple, peuvent ainsi être évitées.

 Les ordres transmis par la logique spécifique LS sous forme binaire passent ensuite par un codeur binaire CB qui assure le codage biphase des ordres en
30 bits successifs au sein de séquences successives. Le signal séquentiel est alors transmis à un modulateur M, adapté, de préférence, à agir en amplitude, à 60 %, suivi par un émetteur radiofréquence ERF équipé d'une antenne A. La puissance requise pour le fonctionnement
35 de la partie émetteur est fournie par un bloc accumulateur BA adapté à produire l'énergie nécessaire pour au moins la durée d'un poste de travail (8 heures en général).

L'onde porteuse rayonnée par l'émetteur ERF est reçue par l'antenne A' d'un élément récepteur RRF de la partie récepteur R, qui fournit un signal démodulé à un étage AD d'autorisation de décodage destiné à
5 vérifier des critères de validité prédéterminés. Après autorisation, le signal démodulé est décodé dans un décodeur binaire DB. Les ordres binaires ainsi obtenus en parallèle sont traités par une logique spécifique LS' suivie par un étage de sortie S raccordé aux organes
10 de commande de la machine télécommandée. Cette partie récepteur R comporte en outre un étage d'alimentation AR ; elle est éventuellement reliée aux sources de bord de la machine.

Les principaux éléments de l'ensemble émetteur-
15 récepteur sont précisés dans ce qui suit, dans le cadre d'une application à la télécommande d'une haveuse dans une taille.

Il est précisé tout d'abord qu'à des fréquences d'environ 160 MHz, le champ électromagnétique s'affaiblit
20 couramment, dans un chantier souterrain, de 20 dB sur 10 mètres, tandis que des pertes complémentaires, que l'on peut estimer grosso modo à 30 dB, peuvent intervenir du fait d'une orientation défavorable de l'antenne de l'émetteur par rapport à celle du récepteur, ou d'un
25 effet de masque dû à des obstacles. Compte tenu de la sensibilité du récepteur radiofréquence (1 microvolt au minimum, pour un seul canal de télécommande), du rendement des antennes et des pertes précitées, on calcule que, pour assurer une portée de 15 mètres en
30 chantier souterrain entre émetteur et récepteur, il faut un niveau d'émission de 100 mW, ce qui implique une consommation importante.

Par principe même, la logique LS spécifique de l'émetteur et celle du récepteur sont des éléments
35 non standards qui sont définis pour chaque cas particulière de machine à télécommander.

Toutefois, la logique spécifique LS d'un émetteur de télécommande de haveuse peut être standardisée

dans la mesure où la commande des modèles de haveuse actuellement connus peut se ramener à :

- 1 ordre variable : affichage du sens et de la vitesse de marche au moyen d'un commutateur ou curseur, à 31 positions par exemple, et
- jusqu'à 15 ordres tout ou rien non simultanés, au moyen de boutons-poussoirs.

La télécommande d'une haveuse ne nécessite donc que 9 bits d'information : 4 bits pour les ordres tout ou rien ($2^4 = 16 > 15$) et 5 bits pour l'ordre variable ($2^5 = 32 > 31$). La totalité des 13 bits d'informations n'est donc pas indispensable.

La figure 4 schématise le montage des divers éléments constitutifs d'un ensemble émetteur E selon la figure 3.

Le pupitre de commande PC comporte des boutons-poussoirs BP, un commutateur d'ordre variable COV, un bouton AU d'arrêt d'urgence et un bouton de mise en marche MM.

Le bouton de mise en marche commande l'alimentation de l'émetteur E par son bloc d'accumulation BA. Un circuit "coupe-accu" CA provoque avantageusement la mise hors tension de la logique spécifique LS et du codeur binaire CB lorsque la tension d'alimentation délivrée par le bloc d'accumulation devient inférieure à un seuil (8,9 V par exemple pour une tension de consigne de 9,6 V). Il n'y a plus alors d'émission d'ordre et on évite ainsi toute émission d'ordre faux.

La figure 5 présente le montage des principaux éléments constitutifs du codeur binaire CB. Ce codeur comporte une horloge HG et un convertisseur parallèle-série CPS dont les trois premières entrées 1 à 3 reçoivent le signal d'horloge H_1' ; les 13 autres entrées 4 à 16 sont reliées à la sortie de la logique spécifique. Ce convertisseur CPS reçoit également, notamment, le signal H_5 qui définit la fréquence de conversion selon laquelle il doit travailler. Il délivre à sa sortie le signal S_B défini à propos de la figure 2 en fonction des états

binaires de ses entrées 4 à 16, lequel est appliqué à un codeur en biphase CBF qui, après combinaison avec le signal d'horloge $\overline{H_1}$, délivre le signal binaire primaire S_p . Un sélecteur S délivre à sa sortie un signal S_s qui reprend, soit S_p , soit le signal H_0 , selon que le signal AU qui lui est appliqué est nul ou non.

Le signal S_s est appliqué au modulateur M qui agit en conséquence sur l'émetteur radiofréquence ERF.

Le modulateur M et l'émetteur ERF sont avantageusement placés sous le contrôle d'un circuit de commande d'émission CE, lui-même placé sous le contrôle de la logique spécifique et du bouton-poussoir d'arrêt d'urgence AU.

En effet, selon une caractéristique avantageuse de l'invention, l'émission est intermittente, par exemple pendant 20 % du temps (200 ms par seconde). Ainsi, un bloc d'alimentation du type (9,6 volts - 450 mAh de capacité nominale) qui, pour une consommation de l'émetteur de 70 mA, aurait une autonomie de 6 heures à peine, permet une autonomie supérieure à la durée d'un poste de travail, avec une consommation moyenne que l'on peut estimer à 25 mA.

L'invention préconise en outre que ce mode d'émission hachée soit remplacé par un mode d'émission permanente dès qu'un changement, repéré par la logique spécifique, intervient dans les ordres. Ainsi, l'émission permanente est rétablie pendant un temps prédéterminé (0,5 s par exemple) pour tout changement d'ordre permanent (ordre variable tel que le sens et vitesse de marche), ou pendant le temps d'appui des boutons-poussoirs pour les ordres temporaires (commandes en tout ou rien de vérins ou de contacteurs par exemple). L'émission permanente est bien sûr rétablie en cas d'arrêt d'urgence. De la sorte, la rapidité de la réponse et la sécurité de fonctionnement restent assurées.

On peut estimer qu'au cours d'un poste de travail de 8 heures, la durée totale des ordres successifs donnés avec un émetteur est de l'ordre de 2 heures

(3 heures maximum). On constate alors que la décharge d'un bloc d'alimentation du type précité est de 65 % à 75 % de sa capacité, ce qui laisse une bonne marge de sécurité et d'autonomie même si le bloc d'alimentation est usagé.

Le contrôle de ces deux modes d'émission, hachée ou permanente, est assuré par le circuit CE de commande d'émission en fonction des signaux du bouton-poussoir AU et de la logique spécifique LS chargée de détecter tout changement dans les ordres tout ou rien (temporaire) ou permanente (variables). Un voyant VE s'illumine avantageusement en cas d'émission.

Il est à noter que le mode d'émission hachée ou intermittente est compatible avec la condition d'arrêt par défaut, généralement imposée aux télécommandes de machine, du moment que le temps maximal d'absence, au-delà duquel l'ordre d'arrêt est émis, est nettement supérieur à la durée des intermittences périodiques, au-delà de 2 secondes de préférence dans l'exemple considéré.

De préférence, lors des périodes d'intermittences en mode d'émission intermittente, l'émetteur délivre un signal non modulé (la fréquence porteuse seule) à un niveau d'environ 1 mW au lieu des 100 mW de puissance (pour 50 Ω) en émission. Ce mode d'émission de la fréquence porteuse, en "veilleuse", a l'intérêt de consommer très peu de courant, ce qui est la raison d'être de l'émission intermittente, tout en assurant, à la réception, un rétablissement rapide de la synchronisation.

La fréquence porteuse est choisie dans la gamme VHF des très hautes fréquences et est avantageusement comprise entre 154 et 174 MHz (156 et 165 MHz de préférence).

La figure 6 est un schéma d'un ensemble récepteur adapté à assurer la télécommande d'une haveuse à partir de deux émetteurs du type décrit à propos de la figure 4. Cet ensemble récepteur comporte deux parties récepteur R_1 et R_2 reliées à une même antenne A'.

L'ensemble récepteur est contenu dans une enveloppe anti-déflagrante PA munie d'une prise de traversée coaxiale TC adaptée à ne pas induire de désadaptation sur la liaison de l'antenne A'.

5 Les signaux reçus par l'antenne A' sont d'abord traités par un séparateur d'antenne SA adapté à séparer les signaux des deux canaux utilisés (156 et 165 MHz dans l'exemple considéré) en sorte qu'à l'entrée de chaque émetteur radiofréquence RRF1 ou RRF2, le signal de l'autre
10 canal parvienne avec un niveau limité. Le séparateur comporte un diviseur de puissance et deux filtres de canaux.

Les récepteurs RRF1 et RRF2 sont des récepteurs du type superhétérodyne à double changement de fréquence et comportent un circuit de silence ("squelch") adapté à
15 n'autoriser la sortie du signal démodulé que lorsque son niveau est supérieur à un seuil, de $2 V_{\text{eff}}$ par exemple, ainsi qu'un dispositif très efficace de contrôle automatique de gain pour leur conférer une très grande
20 dynamique d'entrée. Ces récepteurs sont réglés en sorte de ne nécessiter en mode d'émission intermittente, grâce à la permanence de l'onde porteuse, qu'une durée de réponse transitoire de 30 ms, ce qui reste faible par rapport aux 200 ms de chaque cycle d'émission.

25 Les récepteurs RRF1 et RRF2 délivrent à leur sortie des signaux, a priori équivalents aux signaux de modulation des émetteurs, qui sont pris en charge par des étages de décodage dont la structure schématique est précisée à la figure 7.

30 Ce signal délivré après démodulation par le récepteur RRF1 ou RRF2 traverse d'abord un circuit MFC de mise en forme et de calibrage en amplitude qui le convertit en un signal binaire. Celui-ci n'est, en fait, pas rigoureusement semblable au signal délivré par
35 le codeur binaire de l'émetteur, notamment en raison des aléas de propagation de l'onde électromagnétique modulée (variations permanentes du niveau du signal reçu), des bruits, des perturbations électromagnétiques, et des

distorsions introduites par les circuits électroniques. Au décodeur binaire DB sont donc associés de façon avantageuse des circuits de reconnaissance adaptés à repérer ces altérations et à les éliminer ou à interrompre

5 le décodage.

Il ressort de la figure 7 que les étages d'autorisation de décodage AD et de décodage binaire DB sont en fait parallèles.

Le point capital du décodage est la récupération des rythmes en vue de définir avec précision le
10 début de chaque séquence, et de chaque bit dans chaque séquence, en sorte de commander de manière correcte des conversions successives du signal calibré, tel que délivré à la sortie du circuit MFC, en des ordres parallèles de
15 commande exploitables pour la commande des organes appropriés de la machine considérée.

Le signal binaire calibré est ainsi appliqué à des circuits de synchronisation RSYN et RH1.

Le circuit RSYN a pour but de récupérer la
20 fréquence de renouvellement des séquences dans le signal séquentiel binaire calibré en sorte de commander une conversion série-parallèle au début de chaque séquence. Ce circuit sélectionne, dans le spectre des fréquences du signal binaire calibré, les composantes à la fréquence
25 H_0 de l'émetteur (1700 Hz dans l'exemple considéré) en sorte d'établir un signal binaire SYN qui est au niveau maximum en présence de composantes à H_0 , ou au niveau nul en l'absence de celles-ci. Les 6 signaux de synchronisation par lesquels débute : normalement toute séquence
30 correspondent à une valeur maximale du signal SYN, qui redevient nul ensuite : chaque transition positive (0 vers 1) de ce signal SYN correspond donc au début d'une séquence, et sert de signal de déclenchement de conversion pour un circuit CSP de conversion série-parallèle
35 auquel est appliqué également le signal binaire calibré délivré par le circuit MFC.

En présence du signal d'urgence AU, lequel admet une composante spectrale unique égale à H_0 , le

signal SYN reste bloqué à sa valeur maximale : aucune transition positive ne peut alors être transmise au convertisseur CSP. Cette valeur maximale permanente de SYN est repérée par un circuit DAU de détection d'ordre
5 d'arrêt d'urgence, et le signal AU délivré par ce dernier devient non nul.

Le circuit RH1 assure un calage en synchronisation avec la fréquence H1 de répétition des bits dans chaque séquence. Ce calage en synchronisation n'est pas
10 immédiat dans la mesure où le signal séquentiel admet diverses composantes spectrales. Ce calage peut être effectué par génération d'une impulsion pour toute transition du signal calibré, par suppression des impulsions dues aux transitions négatives associées à la fréquence
15 H0, par l'excitation d'un filtre passe-bande dont la fréquence centrale est H_0 , par génération d'une impulsion pour tout passage par zéro du signal de réponse dudit filtre et par comptage de ces dernières en sorte de récupérer la fréquence H1, avec une phase définie par
20 la synchronisation avec SYN. Le signal binaire ainsi obtenu est noté H1.

Le convertisseur CSP, pour qui les signaux H1 et SYN servent de signaux d'horloge, est en outre placé sous le contrôle d'un signal VAL de validation émis par
25 le circuit d'autorisation de décodage AD.

Dans l'exemple de la figure 7, le circuit AD est constitué de deux circuits VM et DS adaptés chacun à tester un critère de vraisemblance du signal séquentiel binaire calibré.

30 Le circuit VM établit la valeur moyenne de l'amplitude du signal calibré. Compte tenu du codage biphase préconisé par l'invention, cette valeur moyenne doit être à la moitié du niveau maximal du signal binaire

Le circuit DS mesure, à partir du signal SYN
35 établi par le circuit RSYN, la durée moyenne des séquence et la compare à la valeur prévisible à partir de la fréquence H5 de l'émetteur.

Une porte ET est raccordée aux sorties des circuits VM et DS et délivre auprès du convertisseur CSP un signal VAL de déclenchement qui reste à un niveau non nul tant que les tests de vraisemblance établis par
5 les circuits précités sont satisfaits. Dans le cas contraire, toute conversion du signal binaire calibré est interdite.

Une conversion a lieu pour chaque séquence. Les 13 bits de chaque séquence sont délivrés sur les 13
10 sorties parallèles du convertisseur CSP et y restent mémorisées jusqu'à l'arrivée du résultat de la conversion suivante.

Selon une caractéristique avantageuse de l'invention, la logique spécifique LS de l'ensemble récepteur
15 de la figure 6 comporte un circuit supplémentaire CER de validation, pour chaque canal.

Le principe de ces circuits CER est illustré par la figure 8. Ces circuits ont pour objet d'exploiter la redondance que présente normalement le signal séquen-
20 tiel binaire, du fait que les ordres de commande doivent se retrouver dans plusieurs séquences consécutives ; selon l'invention, tout changement d'état dans l'un des bits d'ordre d'une séquence n'est pris en compte que si ce nouvel état se maintient pendant un nombre prédé-
25 terminé, 4 par exemple, de séquences consécutives.

Conformément à la figure 8, les signaux de sortie du convertisseur CSP sont appliqués sur des circuits RC qui réalisent, indépendamment pour chaque bit, une pseudo-valeur moyenne définie en permanence sur les
30 dernières séquences. Des comparateurs à seuil T transforment ces signaux analogiques en signaux binaires qui sont stockés à chaque séquence dans une mémoire MER recevant le signal d'horloge SYN. Cette mémoire ne délivre de signaux que dans la mesure où les états binaires
35 reçus successivement ont été identiques pendant un nombre suffisant de séquences.

Ce circuit MER est placé sous le contrôle d'une porte OU qui commande la mise à zéro de ses sorties

lorsque l'un des signaux VAL ou AU l'exige.

Il est à noter que l'exploitation de la redondance conduit à un très faible délai d'exécution des ordres, tout à fait acceptable (d'environ 100 ms) même en cas d'émission hachée ou intermittente où
5 chaque cycle d'émission qui dure 0,2 s, comprend plus de 10 séquences.

L'absence de validation du signal séquentiel pendant un temps prédéterminé (entre 2 et 9 s de préférence) constatée par un temporisateur, par exemple associé au circuit CER, provoque avantageusement un arrêt par défaut de la machine au même titre qu'un ordre d'arrêt d'urgence.

10 Un ordre d'arrêt général AG est envoyé à un circuit d'arrêt CA.

Les signaux de sortie de chaque circuit CER sont répartis entre un circuit VIT de prise en compte de l'ordre variable, et un circuit T/R de prise en compte des ordres en tout ou rien. Ces circuits sont placés sous le contrôle d'un commutateur de délégation CD par lequel sont
15 définies les règles de délégation entre les deux émetteurs. Ce commutateur admet de préférence quatre positions : télécommande selon l'un ou l'autre seulement des canaux (156 ou 165 MHz) ou télécommande à deux pilotes avec priorité à l'un ou l'autre des canaux. En pratique, même en cas de télécom-
20 mande avec deux pilotes, un seul des canaux est habilité à transmettre les ordres de type variable. Ces circuits VIT et T/R comportent des mémoires pour la prise en compte de ces règles de délégation.

Sous réserve que les règles de délégation soient
25 satisfaites, le circuit VIT délivre un signal analogique de consigne destiné à un servomécanisme commandant la vitesse de marche de la machine. De façon avantageuse, les vitesses intermédiaires correspondant aux ordres variables transmis par l'ensemble émetteur-récepteur, plutôt que d'être régulièrement réparties entre les vitesses extrêmes, sont regroupées dans la
30 gamme des vitesses faibles en sorte de permettre au pilote une grande précision dans sa commande à faible vitesse de la machine. Ces vitesses sont de préférence d'autant plus espacées que leur niveau est élevé. La loi de correspondance ordres-vitesses désirée par l'utilisateur est
35 fixée grâce à une mémoire programmable du circuit VIT de la logique LS'.

Le circuit T/R assure, en combinaison avec un étage EV, la commande des organes appropriés de la machine, tels qu'électrovannes.

La machine comporte de préférence un pupitre de commande manuelle PCM.

5 Il va de soi que la description qui précède n'a été proposée qu'à titre illustratif et que de nombreuses variantes peuvent être proposées par l'homme de l'art sans sortir du cadre de l'invention.

Il est bien entendu par ailleurs que les détails de réalisation d'un ensemble émetteur-récepteur pour la mise en oeuvre de
10 l'invention sont à la portée de l'homme de l'art.

Il est précisé notamment que le nombre de 13 bits d'information évoqué dans la description n'a aucun caractère obligatoire, ce nombre n'étant fixé que par la capacité des convertisseurs série-parallèle et parallèle-série utilisés.

15 L'invention a été décrite à propos d'une haveuse, adaptée à recevoir simultanément deux ordres au maximum, l'un variable (permanent), l'autre en tout ou rien (temporaire). Il va de soi que l'invention s'applique tout aussi bien à la commande d'une machine, telle qu'un chargeur-transporteur,
20 adaptée à recevoir plusieurs ordres tout ou rien simultanés. Il suffit, au sein de la logique spécifique de l'émetteur, de partager les bits d'information disponibles en autant de groupes qu'il y a d'ordres susceptibles d'être émis simultanément. Ainsi, dans le cas d'une machine susceptible de recevoir n ordres simultanés choisis parmi N, les bits d'information disponibles seront répartis en au moins n groupes correspondant à un nombre équivalent de groupes d'ordres indépendants. Il est rappelé que certains bits d'information peuvent rester inutilisés. Le cas échéant, à chaque
25 ordre correspond un bit. Selon les règles de priorité imposées à la logique spécifique de l'émetteur, le nombre maximal d'ordres simultanés est inférieur ou égal au nombre de groupes d'ordres indépendants.

L'invention est bien sûr applicable à un nombre de
35 canaux de télécommande supérieur à 2.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de télécommande à vue directe d'une machine de chantier, notamment pour mines et carrières, adapté à transmettre à cette machine une pluralité d'ordres à exécuter simultanément, selon lequel on convertit des ordres parallèles d'un conducteur de la machine en signaux binaires, on élabore à partir de ceux-ci un signal séquentiel binaire dont chaque séquence comporte des bits de synchronisation et des bits d'information représentatifs, en codage biphase, des signaux binaires précités, on élabore à partir de ce signal séquentiel binaire un signal de télécommande que l'on émet, on restitue à partir de ce dernier, après réception, le signal binaire séquentiel que l'on convertit après synchronisation en signaux électriques appropriés pour la commande de la machine, ce procédé étant caractérisé en ce que le signal séquentiel binaire comporte un signal périodique en créneau dans ses bits de synchronisation, et que le signal de télécommande résulte de la modulation en amplitude d'une onde porteuse par ce signal séquentiel binaire.

2. Procédé selon la revendication 1 pour la télécommande d'une machine, telle que haveuse, comportant un organe à commande variable, caractérisé en ce qu'une pluralité d'ordres constitue un groupe correspondant à diverses valeurs possibles d'un signal électrique de commande dudit organe à commande variable.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdites valeurs possibles du signal de commande sont d'autant plus espacées que leur niveau est élevé.

4. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la fréquence (H_0) des signaux binaires de synchronisation est un multiple pair des fréquences transitoires (H_1 , H_2) définies par les transitions dans les bits d'information successifs.

5. Procédé de télécommande selon l'une quel-
conque des revendications 1 à 4, adapté à transmettre
5 un signal d'arrêt d'urgence, caractérisé en ce que
le signal d'arrêt d'urgence (AU) est un signal binaire
identique aux signaux de synchronisation (H_0) mais
occupant des bits d'information.

6. Procédé de télécommande selon l'une quel-
10 conque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que,
après la restitution du signal de modulation à partir
de l'onde électromagnétique telle que reçue, on fait
subir audit signal des tests de validation avant d'auto-
riser son décodage et sa conversion en signaux électri-
15 ques de commande.

7. Procédé de télécommande selon la revendica-
tion 6, caractérisé en ce que l'on autorise le décodage
du signal séquentiel binaire de modulation que si la
durée moyenne de ses séquences correspond à celle
20 des séquences avant modulation de l'onde porteuse, et
si sa valeur moyenne est la moitié de son niveau maximum.

8. Procédé de télécommande selon la revendi-
cation 6 ou la revendication 7, caractérisé en ce qu'un
ordre d'arrêt par défaut est transmis à la machine
25 lorsqu'aucune autorisation de décodage n'a eu lieu pen-
dant un temps prédéterminé.

9. Procédé de télécommande selon l'une quel-
conque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce
que, après la conversion du signal de modulation restitué
30 en des signaux binaires parallèles, les informations
que celles-ci contiennent, lorsqu'elles correspondent
à des changements d'ordres, ne sont prises en compte
que si elles se répètent à l'identique pendant un nombre
prédéterminé de séquences successives.

10. Procédé de télécommande selon l'une quel-
35 conque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que
le signal de télécommande obtenu par modulation de l'onde
porteuse est émis de façon intermittente par cycles de

plusieurs séquences successives.

11. Procédé de télécommande selon la revendication 10, caractérisé en ce que, entre les cycles d'émission, l'onde porteuse, non modulée, est émise à une puissance d'environ 100 fois inférieure à la puissance normale d'émission.

12. Procédé de télécommande selon la revendication 10 ou la revendication 11, caractérisé en ce que l'émission du signal de télécommande redevient permanente lors d'un changement d'ordre.

13. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'onde porteuse a une très haute fréquence compris entre 154 et 174 MHz environ.

14. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que les séquences ont une fréquence de 53, 125 Hz environ et que les signaux de synchronisation ont une fréquence de 1700 Hz environ.

15. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'on élabore une pluralité d'au moins deux signaux de télécommande par modulation d'une pluralité d'ondes porteuses respectivement associées à une pluralité de conducteurs et que, après réception de ces signaux de télécommande, on valide les ordres ainsi transmis en fonction de règles prédéfinies de délégation entre conducteurs.

16. Ensemble émetteur-récepteur adapté à la mise en oeuvre d'un procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un émetteur (E) comportant un pupitre de commande (PC), associé à une logique spécifique (LS) adapté à mettre

sous forme binaire les instructions du pilote de la machine, un codeur binaire (CB) pour l'établissement du signal séquentiel binaire de modulation associé à un modulateur (M) et un émetteur radiofréquence (ERF), et en ce qu'il comporte une partie récepteur (R) comportant au moins un récepteur radiofréquence (RRF), un décodeur binaire (DB) associé à un circuit d'autorisation de décodage (AD) et une logique spécifique (LS') adaptée à générer sous forme analogique des signaux de commande pour la machine.

17. Ensemble émetteur-récepteur selon la revendication 16, caractérisé en ce qu'il comporte deux émetteurs réglés sur deux fréquences voisines d'onde porteuse, et que la partie récepteur comporte un sélecteur d'antenne (SA) adapté à distribuer les signaux de télécommande entre deux récepteurs (RRF1, RRF2) associés chacun à une fréquence d'onde porteuse, et deux décodeurs binaires (DB), reliés à une logique spécifique unique adaptée à prendre en compte les signaux binaires tels que décodés selon des règles de délégation entre les émetteurs fixés par la position d'un commutateur de délégation (CD).

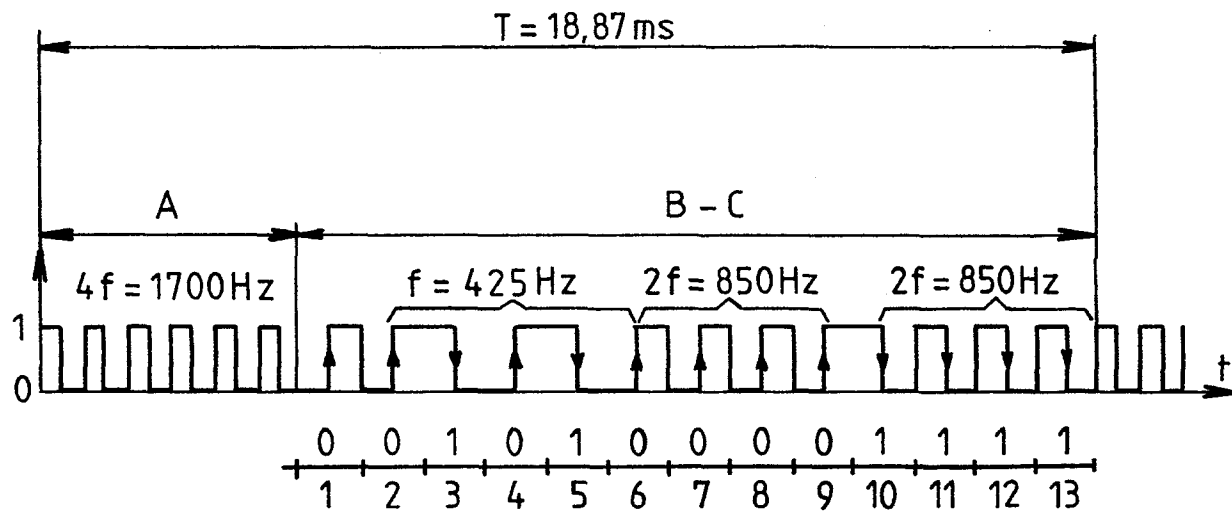


FIG. 1

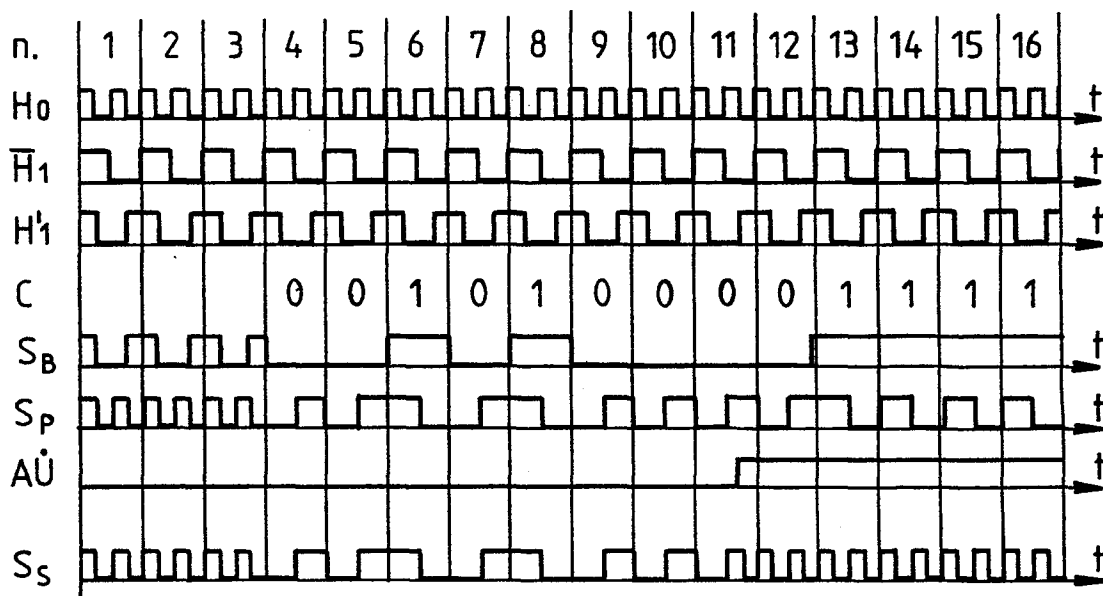
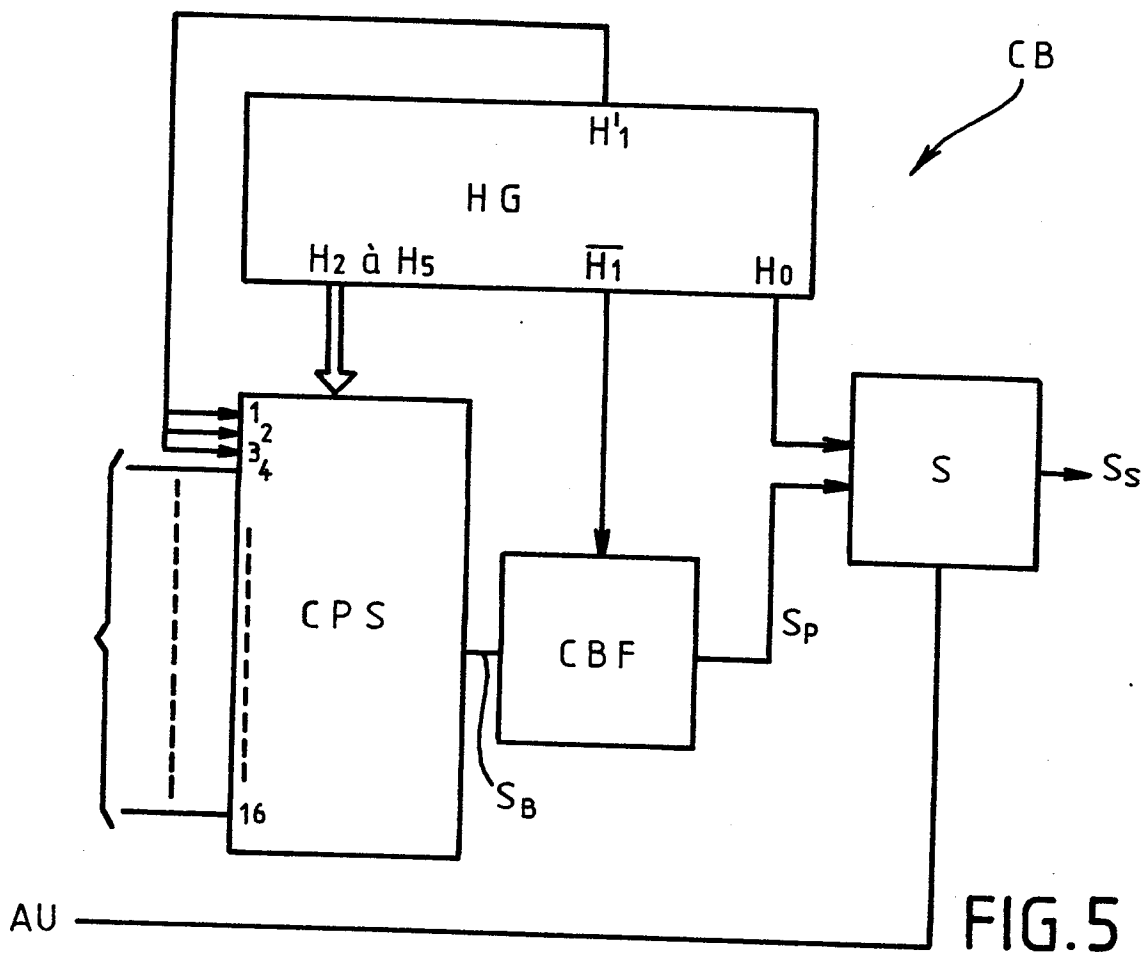
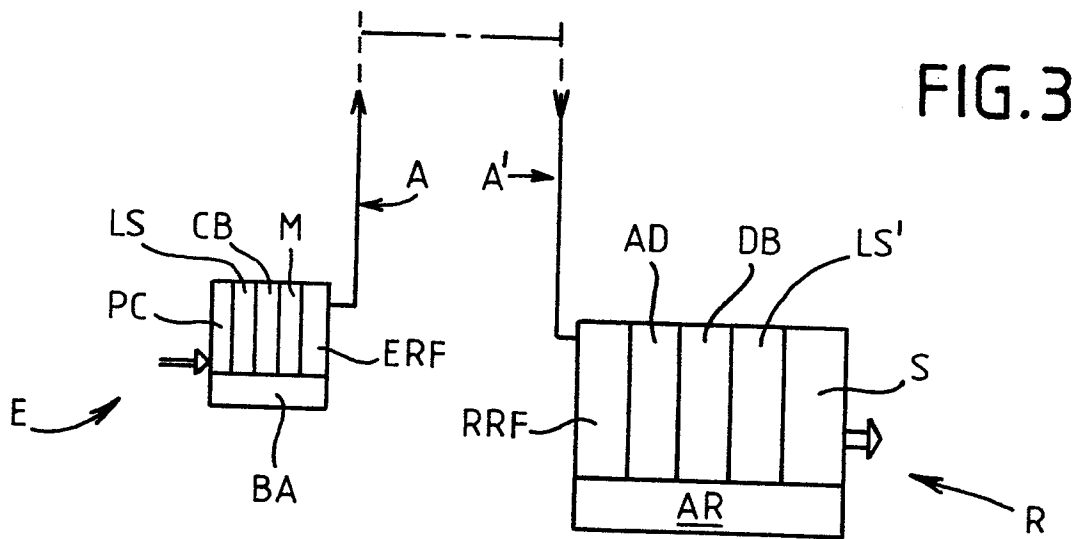


FIG. 2



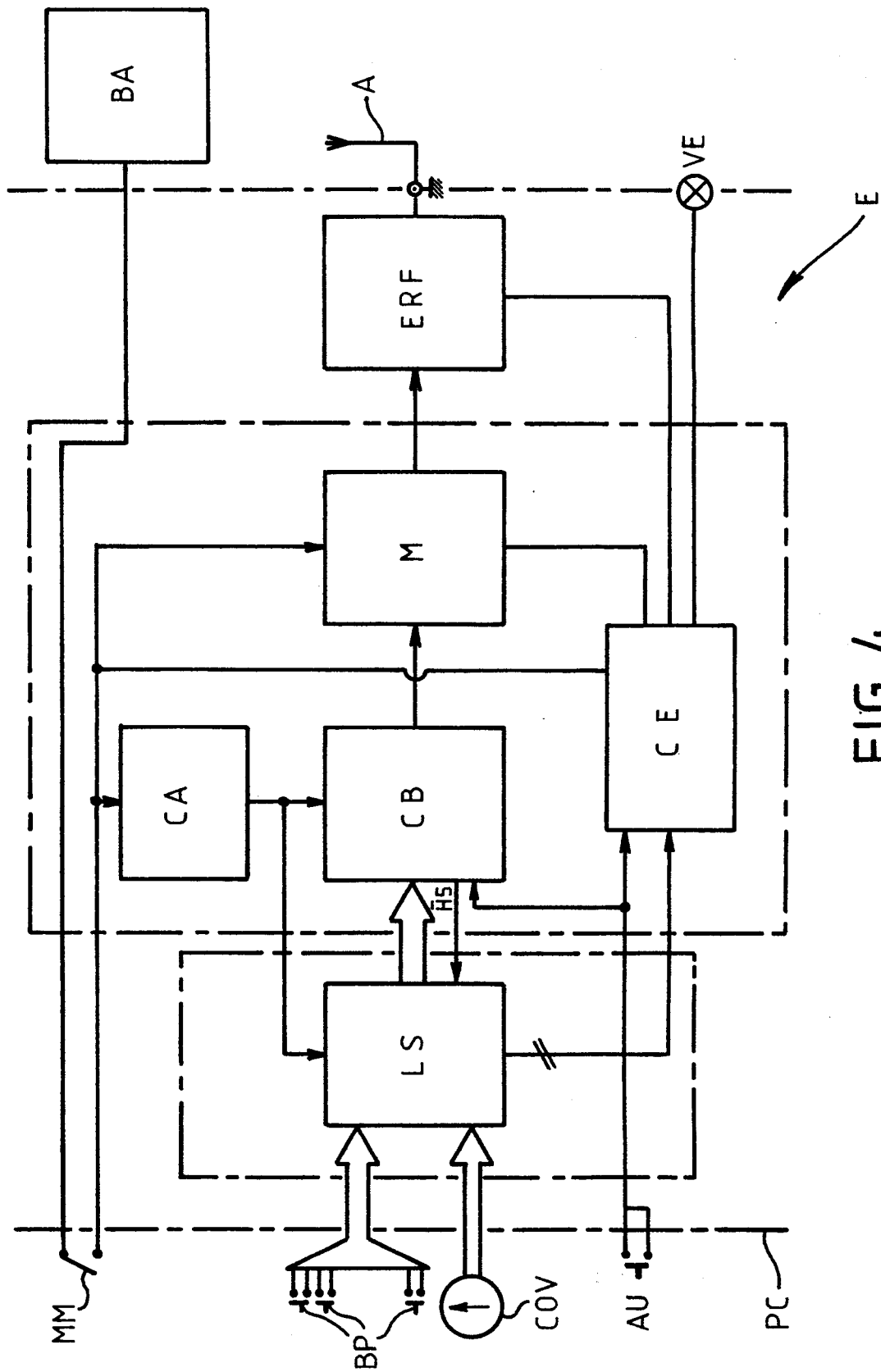


FIG. 4

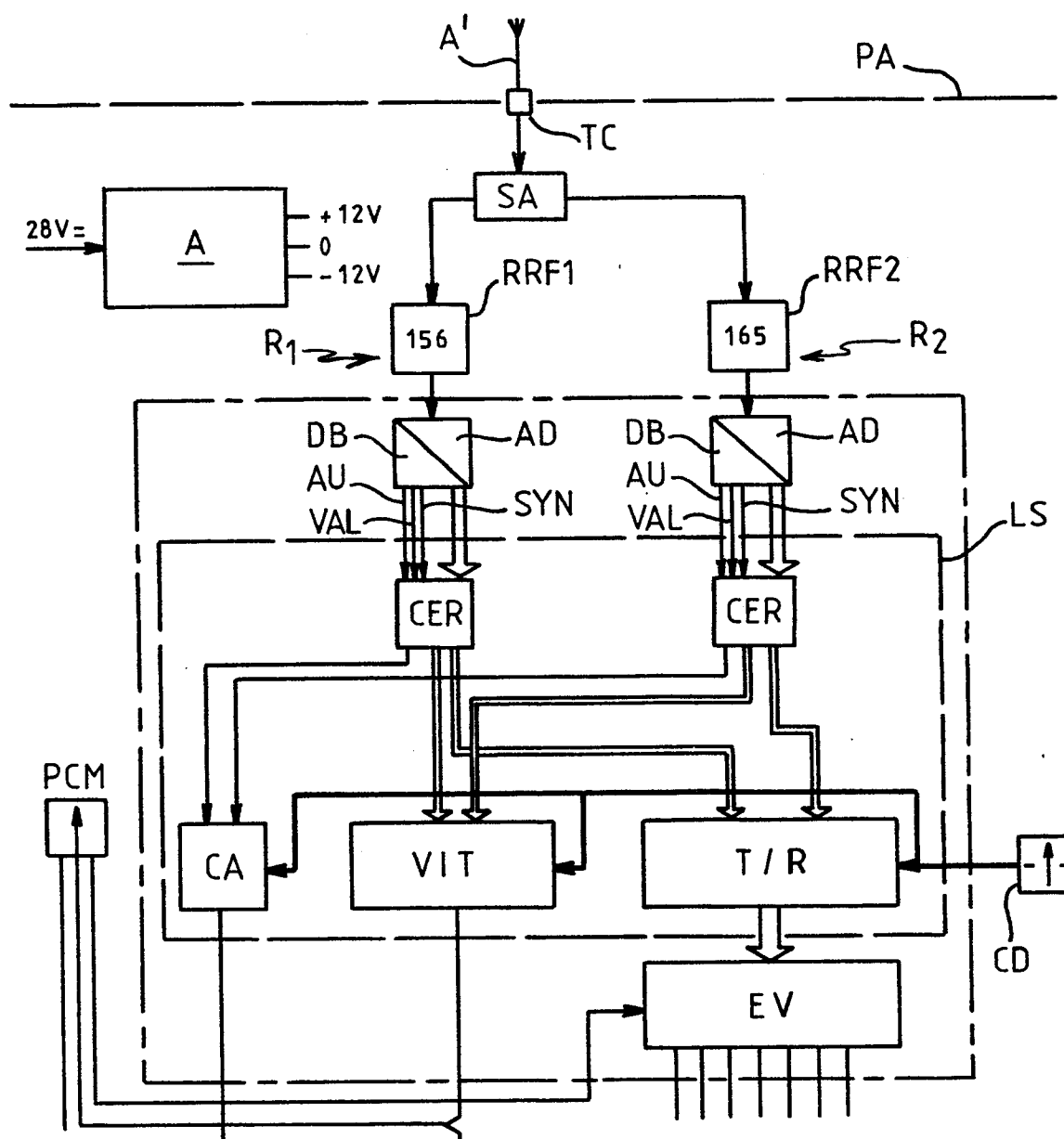


FIG. 6

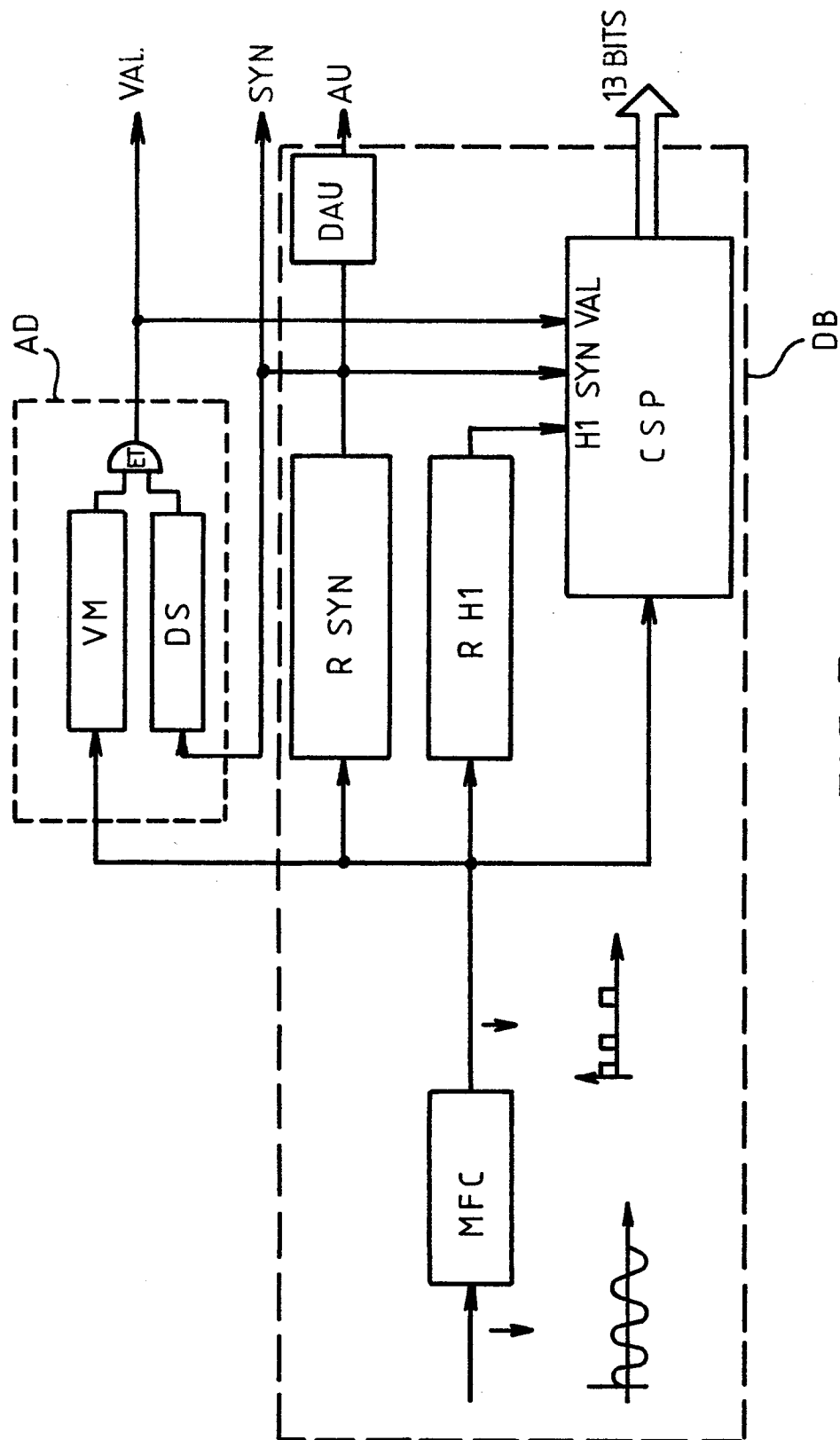


FIG. 7

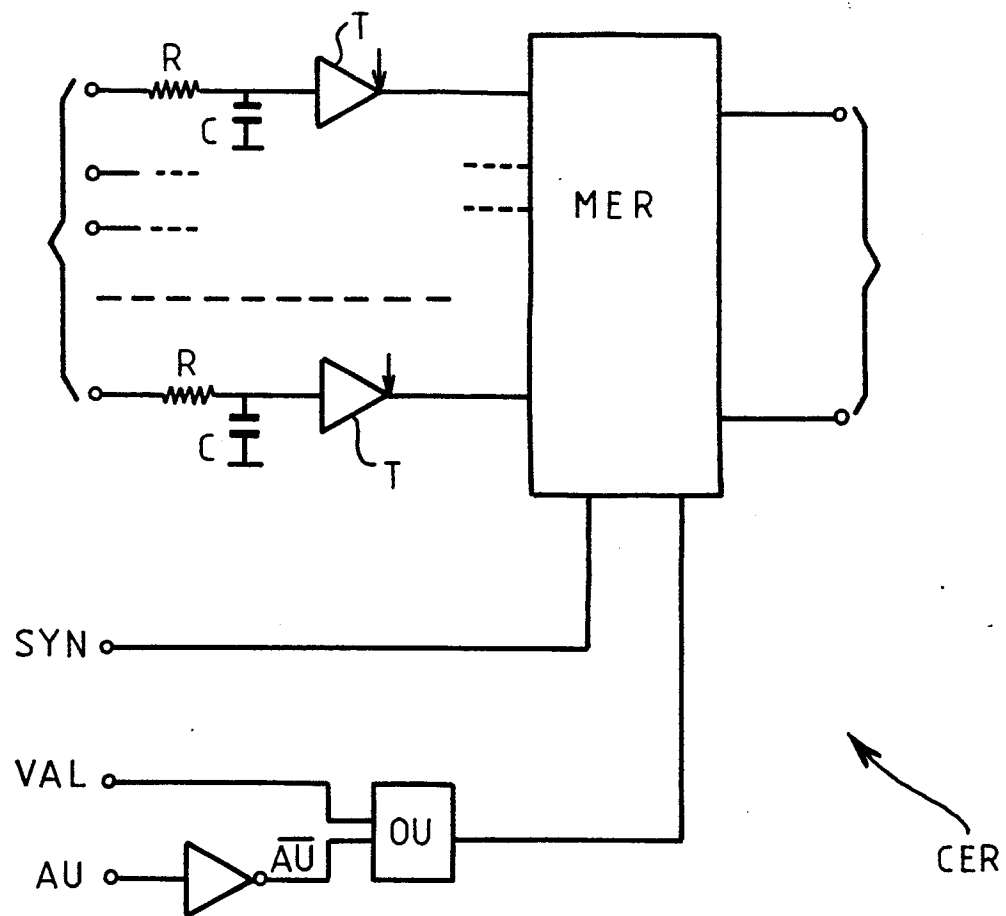


FIG. 8