

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:
06.03.89

⑤① Int. Cl.⁴: **G 08 C 19/28, E 21 C 35/24**

②① Numéro de dépôt: **84402206.1**

②② Date de dépôt: **02.11.84**

⑤④ **Procédé de télécommande à vue directe d'un engin de chantier et ensemble émetteur-récepteur adapté à sa mise en oeuvre.**

③⑩ Priorité: **04.11.83 FR 8317557**

④③ Date de publication de la demande:
15.05.85 Bulletin 85/20

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
06.03.89 Bulletin 89/10

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

⑤⑥ Documents cités:
FR-A-2 191 796
GB-A-1 603 837

INDUSTRIE MINERALE: LES TECHNIQUES, suppl.
3-81, mars 1981, pages 205-209, Paris, FR; C.
ULRYCH: "La radio en taille"

⑦③ Titulaire: **Etablissement public dit:**
CHARBONNAGES DE FRANCE, 9, Avenue
Percier, F-75008 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Noel, Marc Serge, 14, rue de Paris,**
F-60530 Neuilly en Thelle (FR)

⑦④ Mandataire: **Rinuy, Santarelli, 14, avenue de la**
Grande Armée, F-75017 Paris (FR)

EP 0 141 749 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

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.

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 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 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. Le couplage de type magnétique établi entre émetteur et récepteur qui est décrit dans FR-A-2 191 796 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 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 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.

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.

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.

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 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 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'informations représentatifs, en codage biphase avec une transition par bit, des signaux binaires précités, on élabore par modulation directe en amplitude d'une onde porteuse par ce signal séquentiel binaire un signal de télécommande que l'on émet sous forme électromagnétique, 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 dont la fréquence est un multiple pair des fréquences transitoires définies par les transitions dans les bits d'information successifs, et en ce que, à la réception, on restitue les fréquences de bit et de

séquence à partir de la reconnaissance, dans le signal démodulé, de la fréquence de synchronisation, tandis qu'on fait subir à ce signal démodulé des tests de validation avant d'autoriser son décodage et sa conversion en signaux électriques de commande, à l'aide des fréquences ainsi restituées.

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 de 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.

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 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.

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

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

En pratique, certains bits peuvent être inutilisés lorsque le nombre global d'ordres à transmettre est inférieur 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 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 biphasé, 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 répétées:

- H_0 de fréquence $4f$ (1700 Hz);

- H_1 et H'_1 de fréquence $2f$ (850 Hz) avec

toutefois un déphasage d'un quart de période de retard entre H'_1 et H_1 ; et

- H_2 à H_5 , correspondant à des fréquences f , $f/2$... $f/8$ 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 H_1 sont tous deux maximaux et minimaux, ou minimal lorsque S_B et 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 C. C'est ce signal S_S qui sert à la modulation de l'onde porteuse rayonnée entre émetteur et récepteur.

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 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. 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 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 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 biphasé des ordres en 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 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 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 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-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 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 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 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 non standards qui sont définis pour chaque cas particulier 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 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

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

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 R₁ et R₂ 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'.

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 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 n'autoriser la sortie du signal démodulé que lorsque son niveau est supérieur à un seuil, de 2 V_{eff} par exemple, ainsi qu'un dispositif très efficace de contrôle automatique de gain pour leur conférer une très grande 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.

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.

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 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 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 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 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 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 H₀ 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 H₀, ou au niveau nul en l'absence de celles-ci. Les 6 signaux de synchronisation par lesquels débute normalement toute séquence correspondent à une valeur maximale du signal SYN, qui redevient

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

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 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 DAV de détection d'ordre 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 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 H_0 , 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 la synchronisation avec SYN. Le signal binaire ainsi obtenu est noté H1.

Le convertisseur CSF, 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 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.

Le circuit VM établit la valeur moyenne de l'amplitude du signal calibré compte tenu du codage biphasé 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 établi par le circuit RSYN, la durée moyenne des séquences 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 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 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 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 séquentiel 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 prédéterminé, 4 par exemple, de séquences consécutives.

Conformément à la figure 8, les signaux de sortie du convertisseur CSF sont appliqués sur des circuits RC qui réalisent, indépendamment pour chaque bit, une pseudo-valeur moyenne définie en permanence sur les 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 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 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. 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 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 télécommande 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 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 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 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.

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 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.

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, 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 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 canaux de télécommande supérieur à 2.

Revendications

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 (LS) des ordres parallèles d'un conducteur de la machine en signaux binaires, on élabore (CB) à partir de ceux-ci un signal séquentiel binaire (A, B-C; Sp-Ss) dont chaque séquence comporte des bits de synchronisation (A) et des bits d'informations (B-C) représentatifs, en codage biphasé avec une transition par bit, des signaux binaires précités, on élabore (M) par modulation directe en amplitude d'une onde porteuse par ce signal séquentiel binaire un signal de télécommande que l'on émet sous forme électromagnétique (ERF), 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 (A) dans ses bits de synchronisation dont la fréquence (H_0) est un multiple pair des fréquences transitoires (H_1, H_2) définies par les transitions dans les bits d'information successifs, et en ce que, à la réception, on restitue (RSYN, RM1) les fréquences de bit et de séquence à partir de la reconnaissance (RSYN), dans le signal démodulé, de la fréquence de synchronisation (H_0) tandis qu'on fait subir (AD; VM, DS) à ce signal démodulé des tests de validation avant d'autoriser son décodage et sa conversion en signaux électriques de commande, à l'aide des fréquences ainsi restituées.

2. Procédé de télécommande selon la revendication 1, adapté à transmettre 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.

3. Procédé de télécommande selon la revendication 1 ou la revendication 2, 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 des séquences avant modulation de l'onde porteuse, et si sa valeur moyenne est la moitié de son niveau maximum.

4. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'un ordre d'arrêt par défaut est transmis à la machine lorsqu'aucune autorisation de décodage n'a eu lieu pendant un temps prédéterminé.

5. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que, après la conversion du signal de modulation restitué 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.

6. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, 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.

7. 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.

8. Procédé de télécommande selon la revendication 6 ou la revendication 7, caractérisé en ce que l'émission du signal de télécommande redevient permanente lors d'un changement d'ordre.

9. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que l'onde porteuses a une très haute fréquence compris entre 154 et 174 MHz environ.

10. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, 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.

11. Procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, 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.

12. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 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.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdites valeurs possibles du signal de commande sont d'autant plus espacées que leur niveau est élevé.

14. Ensemble émetteur-récepteur adapté à la mise en oeuvre d'un procédé de télécommande selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, 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; RSYN, RH1) adapté à reconnaître la fréquence de

synchronisation et restituer les fréquences de bit et de séquence, 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.

15. Ensemble émetteur-récepteur selon la revendication 14, 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).

Patentansprüche

- 25 1. Verfahren zur Fernsteuerung einer Baumaschine, insbesondere für den Bergbau und Steinbrüche, bei direkter Sicht, wobei an diese Maschine eine Mehrzahl von gleichzeitig auszuführenden Befehlen übertragbar ist, bei welchem Verfahren parallele Befehle eines Maschinenführers in Binärsignale umgeformt (LS) werden, ausgehend von diesen ein sequentielles Binärsignal (A, B-C; Sp-Ss) erzeugt (CB) wird, bei dem jede Folge Synchronisationsbits (A) und für die vorgenannten Binärsignale repräsentative Informationsbits (B-C) in Zweiphasen-Codierung, mit einem Übergang im Bit, umfaßt, durch direkte Amplitudenmodulation einer Trägerwelle mit diesem sequentiellen Binärsignal ein Fernsteuersignal erzeugt wird, das in elektromagnetischer Form (ERF) ausgesendet wird, und ausgehend von dem Fernsteuersignal nach Empfang das sequentielle Binärsignal wiederhergestellt wird, das nach Synchronisation in für die Steuerung der Maschine geeignete elektrische Signale umgeformt wird, dadurch gekennzeichnet, daß das sequentielle Binärsignal ein periodisches Rechteckimpulssignal (A) in seinen Synchronisationsbits umfaßt, dessen Frequenz (H_0) ein geradzahliges Vielfaches der Übergangsfrequenzen (H_1, H_2) ist, die durch die Übergänge in den aufeinanderfolgenden Informationsbits definiert sind, und daß beim Empfang die Bit- und die Folgefrequenzen ausgehend von der Erkennung (RSYN) der Synchronisationsfrequenz (H_0) im demodulierten Signal wiederhergestellt (RSYN, RM1) werden, während dieses demodulierte Signal einer Gültigkeitsprüfung unterworfen (AD; VM, DS) wird, bevor es zur Decodierung und Umwandlung in elektrische Steuersignale mit Hilfe der so wiederhergestellten Frequenzen freigegeben wird.
- 65 2. Fernsteuerungsverfahren nach Anspruch 1

geeignet zur Übertragung eines Not-Stoppsignals, dadurch gekennzeichnet, daß das Not-Stoppsignal (AU) ein Binärsignal ist, das den Synchronisationssignalen (H_0) identisch ist, aber Informationsbits besetzt.

3. Fernsteuerungsverfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Decodierung des sequentiellen Binärmodulationssignals dann freigegeben wird, wenn die mittlere Dauer seiner Folgen jener der Sequenzen vor Modulation der Trägerwelle entspricht und sein mittlerer Wert die Hälfte seines Höchstpegels beträgt.

4. Fernsteuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Fehler-Stoppbefehl an die Maschine übertragen wird, wenn während einer vorherbestimmten Zeit keine Freigabe der Decodierung stattgefunden hat.

5. Fernsteuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß nach der Umformung des wiederhergestellten Modulationssignals in parallele Binärsignale die in ihnen enthaltenen Informationen, wenn es sich um Befehlswechsel handelt, nur dann berücksichtigt werden, wenn sie sich in identischer Form während einer vorherbestimmten Anzahl aufeinanderfolgender Folgen wiederholen.

6. Fernsteuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das durch Modulation der Trägerwelle erhaltene Fernsteuersignal intermittierend in Form von Zyklen von mehreren aufeinanderfolgenden Folgen ausgesendet wird.

7. Fernsteuerungsverfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Sendezyklen die nicht modulierte Trägerwelle mit einer Leistung ausgesendet wird, die ungefähr 100 mal schwächer ist als die normale Sendeleistung.

8. Fernsteuerungsverfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Fernsteuersignal bei einem Befehlswechsel wieder permanent ausgesendet wird.

9. Fernsteuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerwelle eine sehr hohe, zwischen ungefähr 154 und 174 MHz liegende Frequenz aufweist.

10. Fernsteuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Folgen eine Frequenz von ungefähr 53,125 Hz und die Synchronisationssignale eine Frequenz von ungefähr 1700 Hz aufweisen.

11. Fernsteuerungsverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von mindestens zwei Fernsteuersignalen durch Modulation einer Mehrzahl von Trägerwellen, die entsprechend einer Mehrzahl von Maschinenführern zugeordnet sind, erzeugt wird, und daß nach Empfang dieser Fernsteuersignale die so übertragenen Befehle abhängig von vordefinierten Verteilungsregeln zwischen den

Maschinenführern gültig erklärt werden.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Fernsteuerung einer Maschine, wie einer Schrämmaschine, mit einem variablen Steuerorgan, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von Befehlen eine verschiedenen möglichen Werten eines elektrischen Steuersignals des variablen Steuerorgans entsprechende Gruppe bildet.

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die möglichen Werte des Steuersignals umso weiter voneinander entfernt sind, je höher ihr Pegel ist.

14. Sender-Empfänger-Satz zur Durchführung eines Fernsteuerungsverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß er mindestens einen Sender (E) mit einem einer spezifischen Logik (LS) zugeordneten Steuerpult (PC), mit dem die Anweisungen des Fahrers der Maschine in Binärform gebracht werden können, einen mit einer Modulationseinrichtung (M) und einem Funkfrequenzsender (ERF) verbundenen Binärcodierer (CB) zur Erzeugung des sequentiellen Binärmodulationssignals aufweist, und daß er einen Empfangsteil (R) mit mindestens einem Funkfrequenzempfänger (RRF), eine zur Erkennung der Synchronisationsfrequenz und Wiederherstellung der Bit- und Folgefrequenz eingerichtete Binärdecodiereinrichtung (DB; RSYH, RH1), die mit einem Decodierungs-Freigabekreis (AD) verbunden ist, und eine spezifische Logik (LS') aufweist, die zur Erzeugung von Steuersignalen für die Maschine in analoger Form eingerichtet ist.

15. Sender-Empfänger-Satz nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß er zwei auf zwei benachbarte Trägerwellenfrequenzen eingestellte Sender aufweist, und daß der Empfangsteil einen Antennenwähler (SA), der die Fernsteuersignale zwischen zwei Empfängern (RRF1, RRF2) verteilt, von denen jeder einer Trägerwellenfrequenz zugeordnet ist, und zwei Binärdecodiereinrichtungen (DB) aufweist, die mit einer einzigen spezifischen Logik verbunden sind, die die Binärsignale berücksichtigen kann, wie sie nach den Regeln der Verteilung zwischen den Sendern decodiert sind, die durch die Stellung eines Verteilerschalters (CD) festgelegt sind.

Claims

1. A direct view remote control method for a construction machine, especially for mines and quarries, adapted to transmit to this machine a plurality of orders to be executed simultaneously, according to which parallel orders from a driver of the machine are converted (LS) into binary signals, a sequential binary signal (A, B-C: S_p-S_s) is elaborated (CB) from these wherein each sequence includes synchronization bits (A) and information bits (B-C) representative, in biphasic

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

10

code with a transition per bit, of the afore mentioned binary signals, a remote control signal transmitted in electromagnetic form (ERF) is elaborated (M) by direct amplitude modulation of a carrier wave by this sequential binary signal, from this remote control signal, after reception, the sequential binary signal is restored and converted after synchronization into electrical signals appropriate for control of the machine, the method being characterized in that the sequential binary signal comprises a periodic pulsed signal (A) in its synchronization bits, the frequency of which (H_0) is an even multiple of the transitory frequencies (H_1 , H_2) defined by the transitions in the successive information bits, and in that on reception the bit and sequence frequencies are restored (RSYN, RM_1) from the recognition (RSYN), in the demodulated signal, of the synchronization frequency (H_0), whilst this demodulated signal is subjected (AD; VM, DS) to validation tests, with the help of the frequencies thus restored, before its decoding and conversion into electrical control signals is authorized.

2. A remote control method according to Claim 1 adapted for transmitting an emergency stop signal, characterized in that the emergency stop signal (AU) is a binary signal identical to the synchronization signal (H_0) but occupying information bits.

3. A remote control method according to Claim 1 or Claim 2, characterized in that decoding of the sequential binary modulation signal is authorized only if the average duration of its sequences corresponds to that of the sequences before modulation of the carrier wave and if its average value is half its maximum level.

4. A remote control method according to any one of Claims 1 to 3, characterized in that a default stop order is transmitted to the machine when no decoding authorization has occurred during a predetermined time.

5. A remote control method according to any one of Claims 1 to 4, characterized in that after conversion of the restored modulation signal into two parallel binary signals, the information which these contain, when it corresponds to order changes, is only taken into account if it is identically repeated for a predetermined number of successive sequences.

6. A remote control method according to any one of Claims 1 to 5, characterized in that the remote control signal obtained by modulation of the carrier wave is emitted in an intermittent manner in cycles of several successive sequences.

7. A remote control method according to Claim 10, characterized in that between the transmission cycles the unmodulated carrier wave is transmitted at a power about 100 times lower than the normal transmission power.

8. A remote control method according to Claim 6 or Claim 7, characterized in that transmission of the remote control signal becomes permanent again when an order is changed.

9. A remote control method according to any one of Claims 1 to 8, characterized in that the carrier wave has a very high frequency comprised between about 154 and 174 MHz.

10. A remote control method according to any one of Claims 1 to 9, characterized in that the sequences have a frequency of about 53.125 Hz and in that the synchronization signals have a frequency of about 1700 Hz.

11. A remote control method according to any one of Claims 1 to 10, characterized in that a plurality of at least two remote control signals are elaborated by modulation of a plurality of carrier waves respectively associated with a plurality of drivers and in that, after these remote control signals are received, the orders thus transmitted are validated according to predetermined rules of delegation between drivers.

12. A method according to any one of Claims 1 to 11, for remote control of a machine, such as an undercutting machine comprising a variable control element, characterized in that a plurality of orders constitute a group corresponding to various possible values of an electrical control signal of the said variable control element.

13. A method according to Claim 12, characterized in that the said possible values of the control signal are the more spread out the higher level thereof.

14. A transmitter and receiver assembly adapted to implement a remote control method according to any one of Claims 1 to 13, characterized in that it comprises at least one transmitter (E) comprising a control unit (PC) associated with a specific logic (LS) adapted to put into binary form the instructions of the machine driver, a binary encoder (CB) to establish the sequential binary modulation signal associated with a modulator (M) and a radiofrequency transmitter (ERF) and in that it comprises a reception section (R) comprising at least one radiofrequency receiver (RRF), a binary decoder (DB; RSYN, RH1), adapted to recognize the synchronization frequency and to restore the bit and sequence frequencies, associated with a decoding authorization circuit (AD) and a specific logic (LS') adapted to generate control signals for the machine in analog form.

15. A transmitter and receiver assembly according to Claim 14, characterized in that it comprises two transmitters set at two neighbouring frequencies of carrier wave and in that the reception section comprises an antenna selector (SA) adapted to distribute the remote control signals between two receivers (RRF1, RRF2), each associated with one carrier wave frequency, and two binary decoders (DB) connected to a single specific logic adapted to take into account the binary signals such as those decoded, according to rules for delegation between the transmitters fixed by the position of a delegation switch (CD).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

11

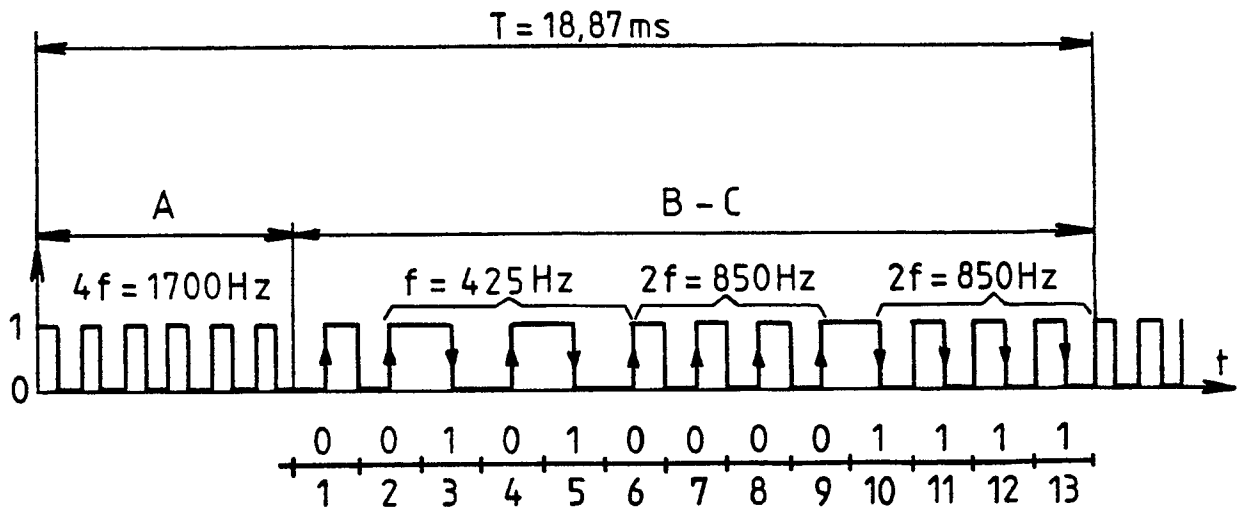


FIG. 1

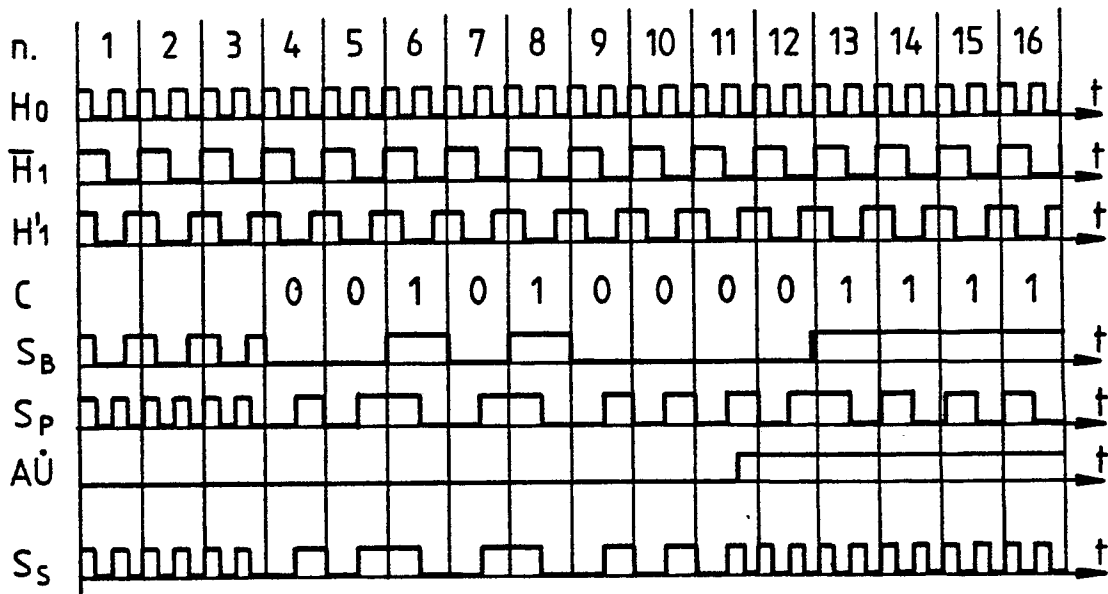
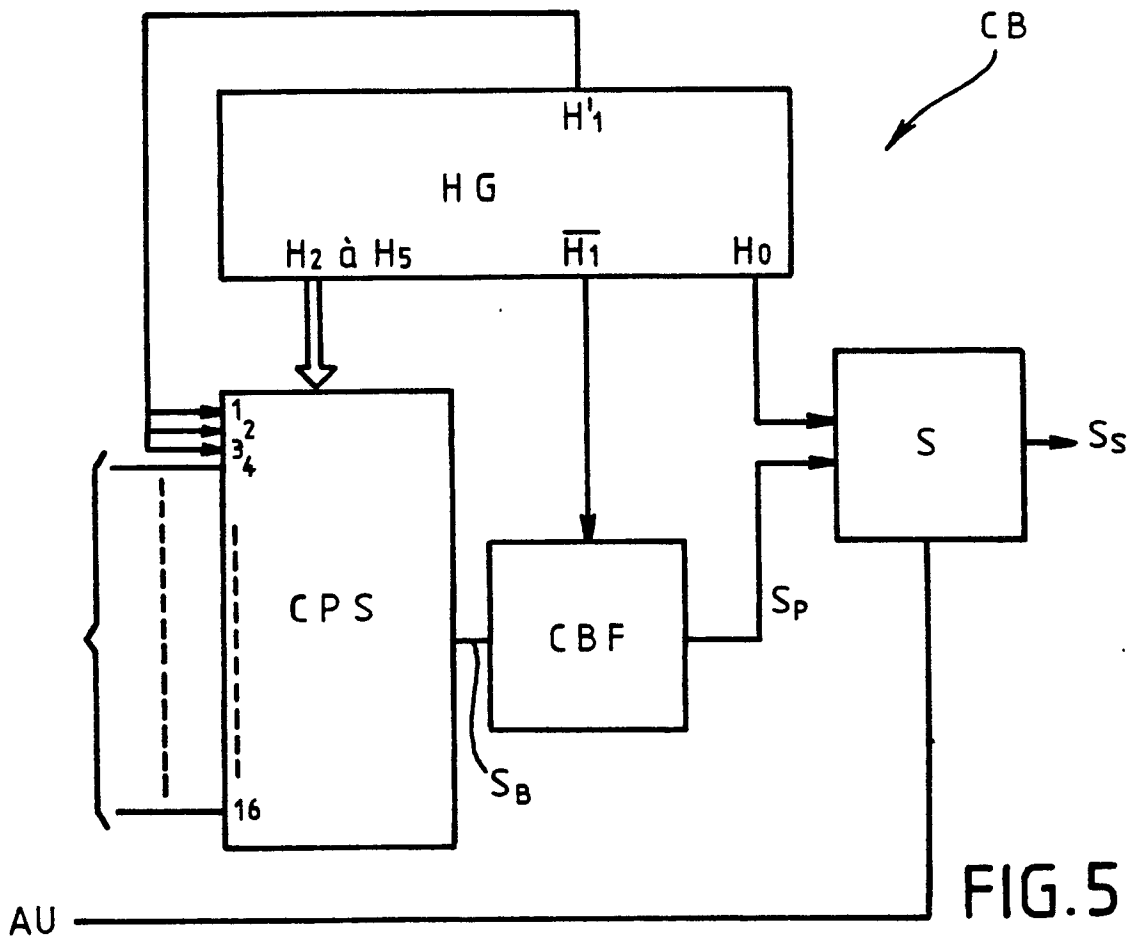
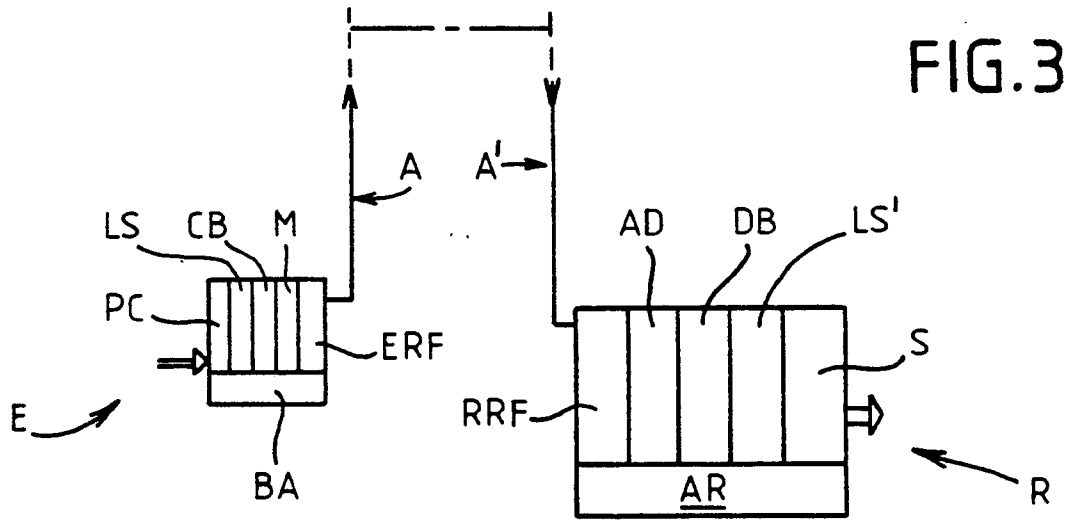


FIG. 2



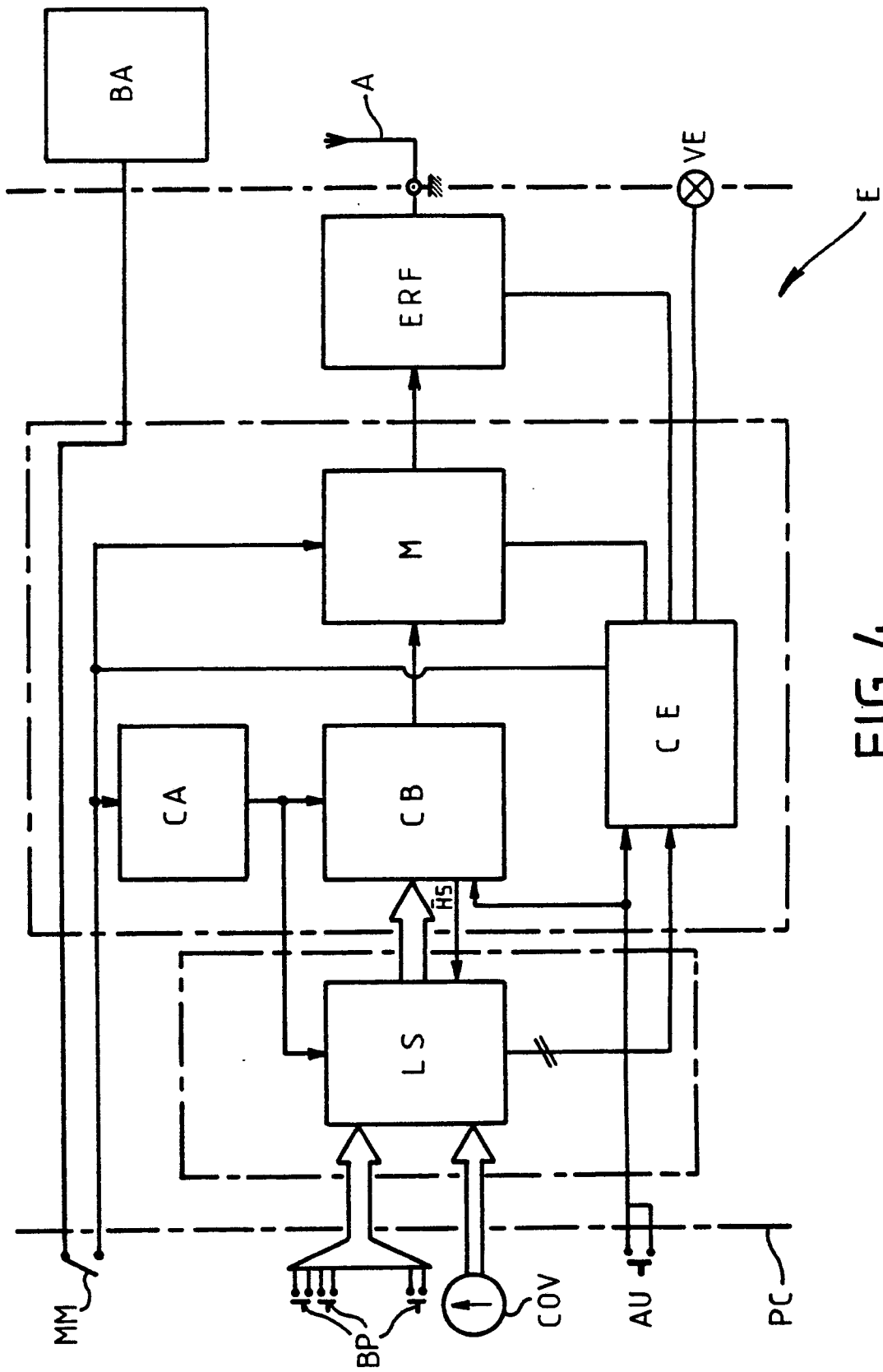


FIG. 4

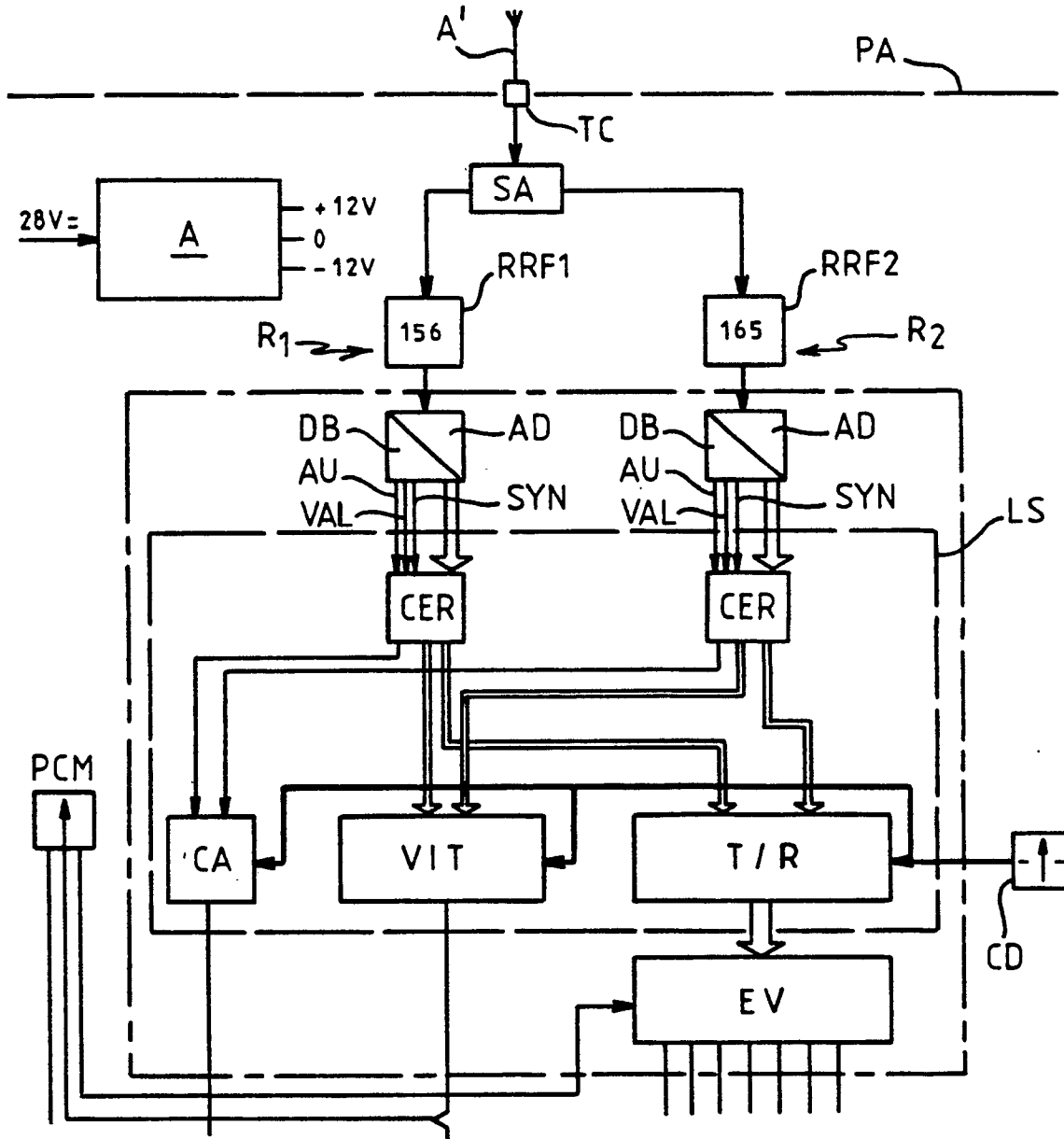


FIG. 6

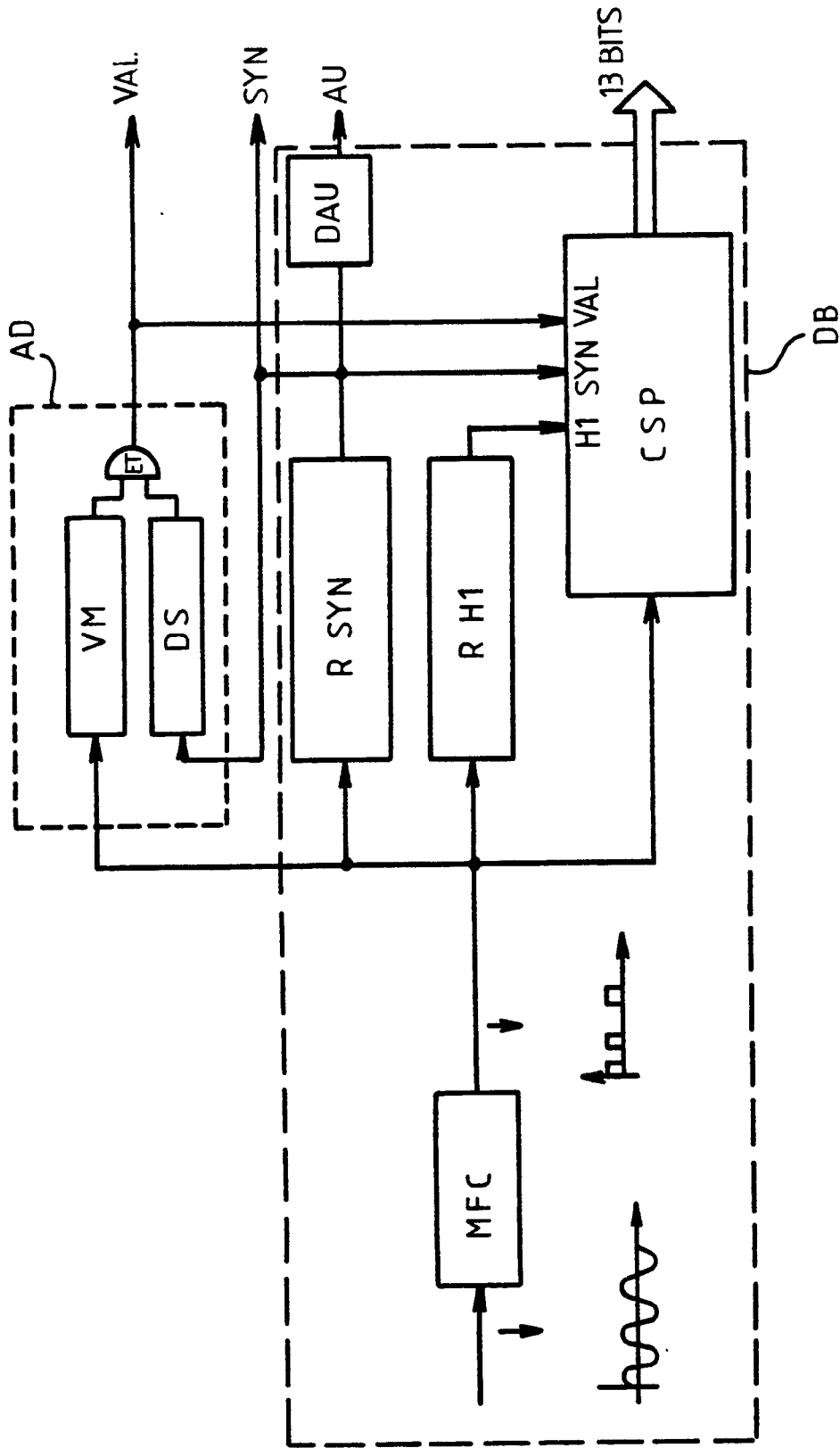


FIG. 7

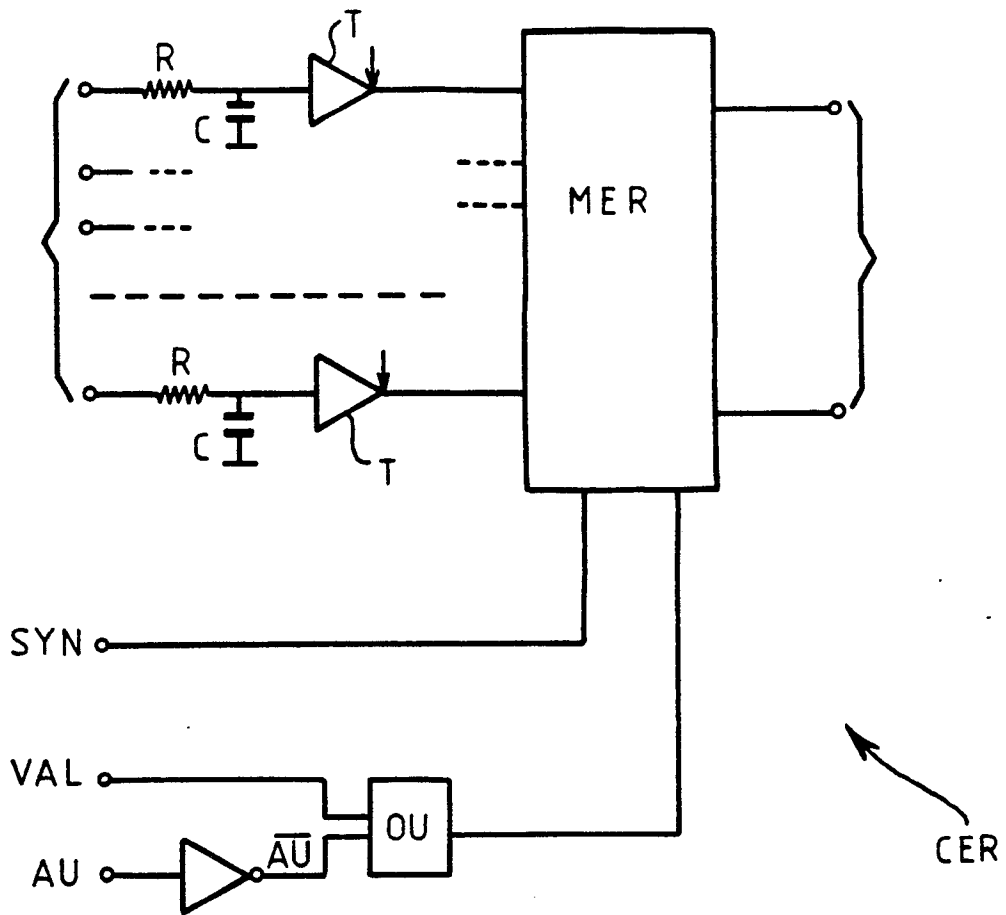


FIG. 8