

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt: 82401900.4

(51) Int. Cl.³: **H 04 B 7/26**
H 01 Q 3/02

(22) Date de dépôt: 15.10.82

(30) Priorité: 19.10.81 FR 8119604

(43) Date de publication de la demande:
27.04.83 Bulletin 83/17

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

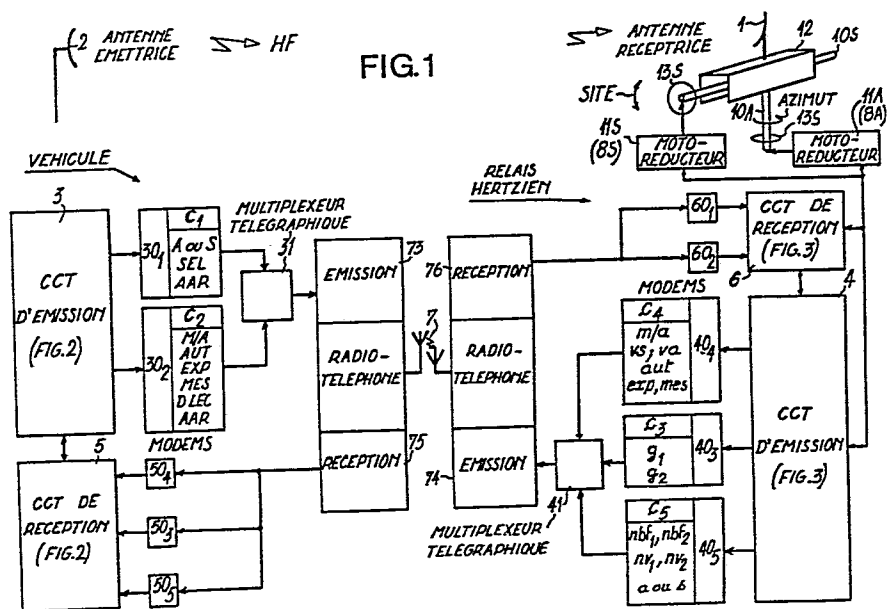
(71) Demandeur: **Etablissement Public Télédiffusion de France**
10, rue d'Oradour-sur-Glane
F-75015 Paris(FR)

(72) Inventeur: **Cazals, Alain**
Parc des Fontaines 30, boulevard Jean Brune
F-31300 Toulouse(FR)

(74) Mandataire: **Cabinet Martinet**
62, rue des Mathurins
F-75008 Paris(FR)

(54) **Installation de télécommande du pointage d'une antenne réceptrice.**

(57) L'installation permet la télécommande du pointage d'une antenne réceptrice (1) en un lieu fixe à partir d'un véhicule associé à une antenne émettrice (2). L'antenne réceptrice tourne autour d'au moins une direction (10S), en site ou en azimut, sous la commande d'un moteur (8S). L'installation comprend un circuit (3) sis à l'antenne émettrice pour élaborer et transmettre un angle de rotation et des directives d'avance du moteur (8S) à travers une liaison numérique aller (73-76), un circuit (6) sis à l'antenne réceptrice pour recevoir l'angle de rotation et les directives à travers la liaison aller et pour commander par le moteur (8S) la rotation de l'antenne réceptrice jusqu'au pointage selon ledit angle, un circuit (4) sis à l'antenne réceptrice pour transmettre à travers une liaison numérique retour (74-75) le gain de puissance délivré par les organes de commande automatique de gain existants dans une voie de réception de l'antenne réceptrice (1), et un circuit (5) sis à l'antenne émettrice pour recevoir à travers la liaison retour et visualiser le gain de puissance.



INSTALLATION DE TELECOMMANDE DU POINTAGE D'UNE ANTENNE
RECEPTRICE

La présente invention concerne une installation de télécommande du pointage d'une antenne réceptrice à partir du lieu d'une antenne émettrice. L'antenne réceptrice peut être mise en rotation par des moyens moteurs autour de la
5 première et/ou de la seconde directions prédéterminées qui sont celles des sites et des azimuts.

Il est connu que, pour pointer une antenne réceptrice sur la ligne de site, entre celle-ci et une antenne émettrice montée généralement à bord d'un véhicule, un opérateur est
10 nécessaire pour commander in situ les organes électromécaniques de positionnement de l'antenne réceptrice. Ce premier opérateur est en relation téléphonique avec un deuxième opérateur à bord du véhicule, afin d'échanger les informations concernant la situation géographique de l'antenne émettrice
15 et les positionnements en direction (ou azimut) et en hauteur (ou site) de l'antenne réceptrice. En fonction des résultats de mesure de gain, c'est-à-dire de puissance captée par l'antenne réceptrice, le premier opérateur positionnera l'antenne réceptrice afin qu'elle reçoive la puissance captée maximale
20 correspondant au gain optimum. La liaison radio-électrique établie entre les deux antennes est alors propre à l'exploitation.

Une telle procédure de pointage nécessite par conséquent la présence du premier opérateur et corollairement des frais
25 supplémentaires de transport lorsque l'antenne réceptrice est en un lieu isolé, difficilement accessible.

L'invention a donc pour but de supprimer la présence du premier opérateur pour réaliser le pointage de l'antenne

réceptrice. Selon l'invention, ce pointage est télécommandé en fonction des instructions ordonnées par l'unique opérateur au lieu de l'antenne émettrice.

A cette fin, une installation de télécommande de pointage d'une antenne réceptrice tournant autour d'une première direction prédéterminée sous la commande de premiers moyens moteurs, est caractérisée en ce qu'elle comprend :

- des premiers moyens sis à l'antenne émettrice pour élaborer et transmettre un premier angle de rotation et des premières directives d'avance des premiers moyens/moteurs à travers une liaison numérique aller ;
- des premiers moyens sis à l'antenne réceptrice pour recevoir le premier angle de rotation et les premières directives à travers la liaison aller et pour commander par les premiers moyens moteurs la rotation de l'antenne réceptrice jusqu'au pointage selon ledit premier angle ;
- des seconds moyens sis à l'antenne réceptrice pour transmettre à travers une liaison numérique retour, le gain de puissance délivré par les organes de commande automatique de gain existants dans une voie de réception de l'antenne réceptrice, et
- des seconds moyens sis à l'antenne émettrice pour recevoir à travers la liaison retour et visualiser le gain de puissance.

En général, l'antenne réceptrice tourne non seulement autour d'une première direction correspondant à l'axe des sites par exemple, mais également autour d'une seconde direction correspondant à l'axe des azimuts, sous la commande de seconds moyens moteurs. Dans ce cas, le positionnement de l'antenne se fait séparément en site et en azimut, afin d'optimiser le gain selon les deux paramètres. Les premiers moyens de transmission peuvent transmettre vers les premiers moyens de réception à travers la liaison aller soit un premier angle de rotation et des premières directives d'avance des premiers moyens moteurs, soit un second angle de rotation et

des premières directives d'avance des seconds moyens moteurs dès que les seconds moyens de réception ont reçu soit une information de "fin de pointage" suivant le premier angle de rotation qui est délivré par des premiers moyens de détection du premier angle de rotation, soit une information "de fin de pointage" suivant le second angle de rotation qui est délivrée par des seconds moyens de détection du second angle de rotation, laquelle information de "fin de pointage" est transmise par les seconds moyens d'émission à travers la liaison retour.

10 De préférence, l'invention comporte des moyens pour pointer automatiquement l'antenne réceptrice selon un procédé d'optimisation automatique de gain de puissance reçue à partir d'un angle de rotation initial S_0 . Cette procédure comprend les étapes suivantes :

15 a) l'antenne réceptrice est pointée approximativement sur l'antenne émettrice à partir de relevé topographique par l'opérateur, audit angle de rotation initial S_0 correspondant à un gain G_0 ;

b) l'antenne réceptrice est pointée à un angle

$S_1 = S_0 + \Delta S$ ($\Delta S \neq 0$) et le gain G_1 correspondant est mémorisé

20 ΔS est défini telle que $G_1 = kG_0$ où k est un nombre prédéterminé supérieur à l'unité ;

c) l'antenne réceptrice est pointée pas-à-pas par variation de l'angle de S_1 à une valeur S_2 symétrique de S_1 par rapport à l'optimum S_m telle que ^{pour} la valeur S_2 , le gain soit égal à la 25 valeur mémorisée G_1 ; et

d) l'antenne réceptrice est pointée à l'angle S_m correspondant au gain minimal G_m tel que :

$$S_m = (S_1 + S_2)/2$$

De tels moyens d'optimisation automatique de gain augmentent la rapidité du pointage et les erreurs involontaires de l'opérateur.

Selon un autre aspect de l'invention, la liaison de

transmission numérique bilatérale permet de relier facilement les organes du côté de l'antenne émettrice aux organes du côté de l'antenne réceptrice quel que soit l'endroit où se trouve l'antenne émettrice. Cette liaison est de préférence une liaison radiotéléphonique terminée par des modems (modulateurs - démodulateurs) à canaux télégraphiques dans lesquels les données numériques sont transmises par déplacement de fréquence.

D'autres avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit de plusieurs modes de réalisation en référence aux dessins annexés correspondants, dans lesquels :

- la Fig. 1 est un bloc-diagramme schématique de l'installation selon l'invention ;
- 15 -la Fig. 2 est un bloc-diagramme détaillé des circuits d'émission et de réception de l'installation, du côté de l'antenne émettrice ;
- la Fig. 3 est un bloc-diagramme détaillé des circuits d'émission et de réception de l'installation, du côté de 20 l'antenne réceptrice ;
- la Fig. 4 est un bloc-diagramme schématique d'un système d'asservissement en site ou en azimut de l'antenne réceptrice; et
- la Fig. 5 est un diagramme pour expliquer la procédure de 25 pointage automatique par optimisation du gain de puissance reçue.

Le mode de réalisation décrit ci-après concerne la télécommande de pointage de l'antenne réceptrice d'un relais hertzien à partir de l'antenne émettrice qui est à bord d'un 30 véhicule de radiodiffusion et qui est en visibilité directe avec l'antenne réceptrice. Souvent le relais hertzien est implanté en un lieu isolé, difficilement accessible. A titre d'exemple, certaines caractéristiques numériques seront précisées au fur et à mesure de la description.

Avant de décrire l'installation de télécommande, objet de l'invention, on rappelle brièvement les caractéristiques techniques d'une tourelle connue supportant l'antenne réceptrice, en se référant à la Fig. 1. Cette tourelle est du genre de celle qui supporte un radar ou une antenne réceptrice recevant des signaux d'un satellite.

La tourelle peut être mue en rotation en site et en azimut. Elle comporte un mât vertical qui tourne autour d'un axe vertical 10A au moyen d'un premier motoréducteur de 10 puissance 11A et balaie tout l'horizon de 0 à 360°. A l'extrémité supérieure de ce mât est monté à rotation autour d'un axe horizontal 10S un plateau 12 qui supporte l'antenne réceptrice 1. Par rapport à l'horizontale, l'antenne peut pivoter en site dans un secteur de 80° au moyen d'un second 15 motoréducteur de puissance 11S. Chaque motoréducteur est associé à un génératrice tachymétrique pour former un système d'asservissement comme on le verra dans la suite.

Parmi les nombreux dispositifs mécaniques et électriques que comporte la tourelle, différentes commandes manuelles 20 permettent d'orienter approximativement l'antenne réceptrice. Les deux paramètres de positionnement de l'antenne réceptrice sont indiqués au moyen de deux potentiomètres à piste circulaire et balai capteur 13S, 13A, au droit des axes de site 10S et d'azimut 10A. Les positionnements des balais capteurs 25 sont référés à deux axes de référence et, par rapport à ces derniers, les débattements de l'antenne 1 en azimut et en site sont de $\pm 190^\circ$ et $\pm 40^\circ$. La sensibilité des déplacements est du dixième de degré et leur précision meilleure que trois dixièmes de degré.

Comme montré schématiquement à la Fig. 1, l'installation 30 de télécommande selon l'invention est scindée en deux parties. Une première partie est à bord du véhicule associé à l'antenne émettrice 2. La seconde partie est implantée dans le relais hertzien. Chacune de ces parties comprend un circuit d'émission 4, 3, et un circuit de réception 5, 6, respectivement. La

liaison entre les circuits 3 et 6 d'une part et entre les circuits 4 et 5 d'autre part est réalisée par un support de transmission numérique bidirectionnelle établie en tout lieu par le véhicule. Le support de transmission est une
5 liaison téléphonique dont les extrémités, côté véhicule et côté relais hertzien, sont desservies par des modems, 30-50 et 60-40. De préférence cette liaison téléphonique est une liaison radiotéléphonique classique fonctionnant soit dans la bande des 75MHz, soit dans celle des 400MHz. Le
10 circuit d'émission 3 transmet donc des messages vers le circuit de réception 6 à travers des modulateurs 30, un multiplexeur de voies télégraphiques 31 et la partie émettrice 73 du radiotéléphone du côté du véhicule, puis à travers la partie réceptrice 76 du radiotéléphone du côté relais
15 hertzien et des démodulateurs 60. Réciproquement, le circuit d'émission 4 du côté du relais hertzien transmet des messages vers le circuit de réception 5 à travers des modulateurs 40, un multiplexeur de voies télégraphiques 41 et la partie émettrice 74 du radiotéléphone du côté relais hertzien, puis
20 à travers la partie réceptrice 75 du radiotéléphone du côté du véhicule et des démodulateurs 50.

Les données traitées numériquement dans les circuits 3 à 6 sont transmises dans la liaison 7 après une modulation série bivalente obtenue par déplacement de fréquence dans
25 les modems 30-50 et 40-60. Ces modems sont conformes aux recommandations et avis du C.C.I.T.T. Selon l'invention, deux canaux télégraphiques C_1 et C_2 sont affectés pour transmettre les données selon la direction aller de 3 vers 6 et trois canaux télégraphiques C_3 , C_4 et C_5 sont affectés pour transmet-
30 tre les données selon la direction retour de 4 vers 5. Les fréquences nominales de ces canaux seront indiqués ci-après entre parenthèses, respectivement pour le niveau logique bas 0 et le niveau logique haut 1.

Les significations des données affectées à ces canaux sont précisées ci-après en référence aux abréviations des Figs 1 à 3.

Selon la direction aller, les canaux C_1 (2100 Hz ; 3000 Hz) et C_2 (800 Hz ; 1200 Hz) convoient des mots de 16 bits respectivement entre le modulateur 30_1 et le démodulateur 60_1 et entre le modulateur 30_2 et le démodulateur 60_2 . Les données transmises selon la direction aller sont destinées aux instructions de télécommande du déplacement de la tourelle.

10 Le premier canal C_1 comporte un mot de 12 bits qui est représentatif de valeur de l'azimut A ou du site S sur lequel doit être positionnée l'antenne réceptrice 1. Un treizième bit dit de sélection SEL est au niveau 0 ou au niveau 1 selon que le mot est relatif au site ou à l'azimut. Deux autres bits
15 forment l'adresse de l'antenne réceptrice AAR à laquelle le message est destiné. Le bit signifiant dans le mot de 12 bits indique le signe par rapport à l'axe de référence respectif. Ainsi la valeur absolue de l'azimut est un mot de 11 bits et peut varier entre $000,^{\circ}0$ et $204,^{\circ}7$ et celle du site est un
20 mot de 9 bits et peut varier entre $00^{\circ},0$ et $51^{\circ},1$.

Le second canal de 16 bits C_2 comprend un mot décomposable en un mot de directives à deux bits relatif à la commande du fonctionnement de la tourelle, un second mot inhérent à certaines caractéristiques de la liaison de radio-
25 diffusion entre les antennes 2 et 1, et un troisième mot de 2 bits contenant l'adresse de l'antenne réceptrice AAR à laquelle est destiné le message.

Le premier bit M/A du mot de commande commande la marche ou l'arrêt de la tourelle. Plus précisément, il com-
30 mande la mise sous alimentation par le secteur des motoréducteurs 11S et 11A à travers deux interrupteurs 14S et 14A, respectivement (Figs3 et 4). Le deuxième bit AUT du mot de commande ordonne le pointage automatique de la tourelle,

en site et azimut selon le procédé décrit précédemment.

Le second mot du canal C_2 comprend, entre autres, un champ dit d'exploitation EXP, un champ dit de mesure MES et un champ dit de demande de lecture de caractéristiques

5 DLEC.

Chaque champ EXP ou MES est occupé par une adresse qui est relative à une bande à haute fréquence déterminée dans laquelle peuvent être transmis des signaux exploitables en radiodiffusion. On supposera que le nombre n de ces bandes 10 à haute fréquence sont au nombre de deux, HF_1 et HF_2 , et ont les adresses EXP_1 et EXP_2 en mode d'exploitation et MES_1 et MES_2 en mode de mesure. Des mesures de niveau de signal et de bruit dans de telles bandes à haute fréquence permettent de sélectionner celle qui présente, au niveau de l'antenne 15 réceptrice, la meilleure qualité pour l'exploitation. Comme montré à la Fig. 3, dans la partie réceptrice du relais hertzien les voies HF_1 et HF_2 aboutissent à un commutateur à deux positions 15 qui sélectionne le signal utilisable, en phase d'exploitation, lors de l'émission du signal 20 vidéo composite par l'antenne émettrice 2. Deux autres interrupteurs 16_1 et 16_2 sont insérés sur des voies de dérivations des voies HF_1 et HF_2 . Chaque interrupteur 16_1 , 16_2 est fermé pour l'accès à des appareils de mesure tels qu'un détecteur de niveau du signal basse-fréquence 17_1 , 25 17_2 et un détecteur du niveau de bruit vidéo 18_1 , 18_2 sur la voie respective HF_1 , HF_2 . Etant donné que l'on a supposé un nombre de voies à haute fréquence égal à deux, chaque champ d'information EXP et MES comprend un bit, par exemple au niveau 1 pour adresser la première voie HF_1 et au niveau 0 30 pour adresser la seconde voie HF_2 .

Le champ de demande de lecture de caractéristiques DLEC est occupé par une adresse de lecture désignant l'un des organes d'enregistrement du circuit d'émission 4 (Fig. 3), tel qu'une mémoire 42s ou 42a du circuit d'émission 4, qui

mémorise la valeur instantanée du site s ou de l'azimut a de la tourelle au cours d'une opération de pointage, ou tel qu'un détecteur 17_1 , 18_1 , 17_2 ou 18_2 qui évalue la valeur instantanée du niveau basse-fréquence nbf_1 , nbf_2 ou ^{bruit} vidéo nv_1 , $5\ nv_2$. Tant qu'une telle adresse DLEC est présente dans le canal c_2 , ladite valeur instantanée sera transmise vers le circuit de réception 5 du côté de l'antenne émettrice 2.

Selon la direction retour 4 vers 5, les canaux c_3 (2100 Hz ; 3000 Hz), c_4 (800 Hz ; 1200 Hz) et c_5 (300 Hz ; 600 Hz) 10 convoient des mots de 16 bits respectivement entre le modulateur 40_3 et le démodulateur 50_3 , entre le modulateur 40_4 et le démodulateur 50_4 et entre le modulateur 40_5 et le démodulateur 50_5 . Les données transmises par les trois canaux c_3 , c_4 et c_5 sont destinées à indiquer à l'opérateur se trouvant 15 dans le véhicule, l'état de fonctionnement de la tourelle et les résultats des mesures en vue du suivi de la procédure de pointage.

Le troisième canal c_3 comporte n mots de 8 bits indiquant le gain instantané de chacune des voies à haute 20 fréquence, soit 2 mots g_1 et g_2 relatifs aux voies HF_1 et HF_2 selon la réalisation illustrée. Chaque gain est ^{inversement} proportionnel à la valeur de la puissance captée par l'antenne réceptrice 1. Les gains g_1 et g_2 sont transmis vers deux convertisseurs analogiques-numériques 431, 432 depuis deux circuits de com- 25 mande automatique de gain (CAG) 19_1 et 19_2 insérés sur les voies HF_1 et HF_2 , comme montré à la Fig. 3.

Comme il est connu, un circuit de commande de gain automatique est généralement inséré entre un préamplificateur, en aval du mélangeur de la partie réceptrice, et un correcteur 30 de la distorsion de phase. Le circuit de commande automatique de gain détecte la tension de sortie de plusieurs amplificateurs en série 190_1 , 190_2 et la compare à une tension de référence. La tension de correction résultant de la différence

de ces deux tensions asservit les amplificateurs et est représentative du gain de puissance g .

Les valeurs g_1 et g_2 sont transmises en permanence dans le canal c_3 afin que l'opérateur pointe convenablement
5 l'antenne réceptrice sur l'antenne émettrice par une procédure de minimisation des valeurs g_1 et g_2 et donc de maximisation des puissances captées.

Le quatrième canal c_4 est composé, entre autres, d'un mot d'état de la tourelle à 4 bits et d'un second mot d'état
10 des voies à haute fréquence. Ces mots sont émis en permanence par le circuit d'émission.

Le premier de ces derniers mots est composé d'un bit marche/arrêt, m/a , de deux bits dits de validation en site et en azimut, vs et va , et d'un bit dit de pointage automatique
15 que aut. Le premier bit m/a a la même signification que le bit M/A du canal c_2 et indique la mise sous tension ou non des organes électriques de commande de la tourelle, tels que les motoréducteurs $11S$ et $11A$. L'état d'un bit de validation vs , va signale à l'opérateur que la tourelle tourne autour
20 de l'axe des sites $10S$ ou des azimuts $10A$ pendant une opération de pointage afin d'inhiber toute émission d'une valeur de site S ou d'azimut A par le circuit d'émission 3 tant que la tourelle n'est pas stabilisée. Si vs ou va est égal à zéro, l'opérateur pourra procéder à l'envoi de
25 nouveaux mots S ou A pour affiner le pointage. Le dernier bit aut indique si la tourelle est en phase de pointage automatique ou non.

Le second mot du canal c_4 comprend un champ dit d'exploitation exp et un champ dit de mesure mes qui contiennent
30 respectivement l'une des adresses exp_1 et exp_2 et l'une des adresses mes_1 et mes_2 relatives aux voies à haute-fréquence HF_1 et HF_2 , tout comme le champ EXP et MES du canal c_2 . Les contenus de ces champs renseignent l'opérateur de l'état des voies HF_1 et HF_2 préalablement à une phase d'exploitation

ou de mesure afin de commander convenablement les interrupteurs
15 et 16 à travers le canal C_2 .

Le cinquième canal c_5 contient, selon la réalisation illustrée, un mot de caractéristique instantanée MC requis par
5 l'opérateur, en correspondance avec l'adresse de l'organe d'enregistrement contenu dans le mot de demande de lecture DLEC du canal C_2 . Le mot MC peut être donc égal à s, a, nbf₁, nbf₂, nv₁ ou nv₂.

On notera que les mots contenus dans les canaux c_3 et
10 c_4 sont émis cycliquement en permanence afin que l'opérateur surveille le fonctionnement de la tourelle et les mesures et que le mot contenu dans le canal c_5 est émis cycliquement tant qu'un mot d'adresse DLEC n'a pas été effacé dans le circuit de réception 6. Par contre, selon la présente varian-
15 te, les mots de canaux C_2 et c_3 sont émis à la demande par l'opérateur. La vitesse de transmission dans ces cinq canaux peut être uniforme et égale à 50 bauds. Des vitesses supérieures peuvent être envisagées, par exemple égales à 200 bauds.

En se reportant à la Fig. 2, on voit que la partie de
20 l'installation de télécommande du côté du véhicule est organisée autour d'un pupitre de commande. Celui-ci comprend un clavier de fonctions 32 associé à un dispositif d'affichage 33 qui visualise les données initiales à transmettre, et un dispositif d'affichage 52 qui visualise les données transmises
25 par le circuit d'émission 4.

Le dispositif d'affichage 33 du circuit d'émission 3 présente deux afficheurs à segments 33S et 33A des valeurs décimales de site S et d'azimut A, au moins cinq voyants 330 à 334 dont les illuminations correspondent respectivement
30 aux états de bits M/A, AUT, EXP, MES et à l'adresse AAR, et un afficheur à segments 33D qui, après décodage du mot DLEC, visualise en clair les valeurs de positions ou de niveaux acheminées par l'un des mots s, a, nbf et nv. Dans le circuit d'émission 3, deux bus 320 et 321 à 16 fils transitent
35 respectivement les données des canaux C_1 et C_2 du clavier 32 vers les afficheurs 33S et 33A et un registre tampon 34 à 16 étages et vers les afficheurs 330 à 334 et 33D et un second registre tampon à 16 étages 35.

La lecture du registre tampon 35 est autorisée directement par une touche particulière du clavier 32 à travers un fil 322. Cette lecture sera commandée chaque fois que l'un des mots composant le canal C_2 est modifié.

5 Par contre, la lecture du contenu A ou S du registre tampon 34 s'effectue par l'intermédiaire d'un circuit d'autorisation de lecture à portes logiques 36. Le circuit 36 reçoit du clavier 32 une impulsion d'autorisation de lecture du registre 34, via un fil 323, et le bit de sélection SEL distinguant un mot A d'un mot S dans le canal C_1 ,
10 via un fil 324 du bus 320. Le fil 324 sert également à sélectionner les afficheurs 33S et 33A.. Le circuit d'autorisation de lecture 36 reçoit également les bits de validation va et vs sur deux fils 37 et 38 du bus de sortie 51_4 du
15 démodulateur 50_4 assigné au canal c_4 . Les autorisations de lecture sont analogues pour les mots A et S. Par exemple, si le pointage est relatif au site S, l'opérateur affiche à partir du clavier 33 la valeur de S désirée et après sélection de la touche site correspondant à $SEL = 0$, le mot S est écrit dans
20 le registre 34 et affiché dans l'afficheur 33S. La transmission du mot S de 3 vers 6 ne s'effectuera que si vs sur le fil 38 est à l'état 0 ; dans l'affirmative le mot S + SEL + AAR est lu dans le registre 34 et transmis au modulateur 30_1 . Ceci évite toute fausse manoeuvre ; si $vs = 1$ la tourelle est en
25 mouvement en site et aucune nouvelle valeur de site ne peut être transmise. Les informations de "validation" va, vs ne peuvent pas interdire l'envoi d'un nouveau mot de commande vers le registre 35 et le modulateur 30_2 .

Le dispositif d'affichage 52 du circuit de réception 5
30 présente un afficheur à segments 520, deux galvanomètres 521 et 522 et six voyants 524 à 529. Les illuminations des voyants 524 à 529 sont dépendantes des états des bits respectifs m/a, vs, va, aut, exp et mes qui sont convoyés par le quatrième canal c_4 et qui sont délivrés par le bus de
35 sortie 51_4 du démodulateur 50_4 . Les deux galvanomètres 521 et 522 indiquent les valeurs analogiques des gains g_1 et g_2 dans les voies à haute fréquence HF_1 et HF_2 . Chacun d'eux

est relié à 8 fils correspondants du bus de sortie 51_3 du démodulateur 50_3 affecté au troisième canal c_3 , à travers un convertisseur numérique-analogique respectif 531, 532.

L'afficheur 520 est propre à indiquer la valeur instantanée du site s ou de l'azimut a et l'un des niveaux analogiques nbf_1 , nbf_2 , nv_1 et nv_2 mesurés par les détecteurs 17_1 , 17_2 , 18_1 et 18_2 inclus dans le relais hertzien. Le bus de sortie 51_5 du démodulateur 50_5 est relié à l'afficheur 520.

10 Avant de décrire une procédure de pointage "manuelle", on se réfère à la Fig. 4 qui représente l'un des systèmes d'asservissement 8S, 8A des motoréducteurs 11S, 11A, qui sont identiques. Un système 8 consiste en une chaîne directe et en deux chaînes de retour pour la régulation à la fois en 15 vitesse et en position (site ou azimut). La chaîne directe comprend un amplificateur 80 précédant le motoréducteur 11. La première chaîne de retour comporte une génératrice tachymétrique 81, un intégrateur 82 et un atténuateur 83 à coefficient d'atténuation k_1 . La seconde chaîne de retour comporte 20 le potentiomètre de recopie 13 suivi d'un atténuateur 84 à coefficient d'atténuation k_2 . L'entrée du système d'asservissement reçoit la valeur analogique de la consigne, site S ou azimut A, à travers un convertisseur numérique-analogique 85 pour l'appliquer à l'entrée directe du différenciateur 86 produisant le signal d'erreur ϵ appliqué à l'amplificateur 80 ; 25 les sorties des deux chaînes de retour sont reliées aux entrées inverses du différenciateur 86.

Le motoréducteur 11 est mis sous tension à travers l'interrupteur 14 commandable par le fil 611. La sortie du 30 motoréducteur 11 constitue l'arbre tournant correspondant 10.

La sortie du potentiomètre 13 indique la valeur analogique instantanée vraie de la position, en site s ou en azimut a , qui est mémorisée cycliquement dans la mémoire correspondante 42 à travers un convertisseur analogique - 35 numérique 87. Le bit de validation, vs ou va , est obtenu à la sortie 615 d'un comparateur 88 qui compare le signal d'erreur ϵ à une valeur de seuil prédéterminée ϵ_m ; la sortie du comparateur est à vs ou $va = 0$ si $|\epsilon| < \epsilon_m$.

En se reportant maintenant à la Fig. 3, la partie de

l'installation de télécommande du côté de la tourelle est organisée autour d'une unité de commande 61. L'unité 61 inclut un calculateur principalement utilisé pour la procédure de pointage dite automatique, comme on le verra par la suite.

Le circuit de réception 6 comprend deux registres tampons 621 et 622 dans lesquels sont transférés les mots de données qui ont été transmis dans les canaux C_1 et C_2 et qui ont été démodulés par les démodulateurs 60_1 et 60_2 . L'unité 61 lit cycliquement via le bus 610 le contenu des registres 621 et 622 afin de vérifier d'abord si le mot AAR est égal à son adresse, puis si des modifications sont intervenues dans les données transmises. Le circuit de réception 6 comprend également deux registres tampons 63S et 63A qui sont reliés aux entrées des convertisseurs 85A, 85B des systèmes d'asservissement en site 8S et en azimut 8A, respectivement. Le contenu de chacun des registres 63S et 63A est délivré par l'unité 61 chaque fois que la valeur transmise, A ou S, dans le canal C_1 a été modifiée et lorsque le bit de validation correspondant est à l'état zéro, ce qui indique l'état de repos de la tourelle.

Préalablement à toute phase élémentaire de pointage, l'opérateur transmet par l'intermédiaire du clavier 32 (Fig. 2) le mot d'adresse AAR et le bit M. En réponse au bit de marche M, l'unité 61 ferme, via les fils 611S et 611A, les interrupteurs 14S et 14A qui mettent sous tensions les organes électriques de la tourelle 11S et 11A. Si l'opérateur sélectionne un pointage en site par exemple, un mot S + SEL est enregistré dans le registre tampon 621. Suite à la modification du contenu du registre 621 et à la lecture du bit SEL, et si le bit de validation vs est à l'état zéro, l'unité 61 ordonne le transfert du mot S dans le registre 63S via le bus de transfert 612S. La réception du bit de validation vs = 1 par le dispositif d'affichage 52 (Fig. 2) signale à l'opérateur que la tourelle peut procéder à un pointage élémentaire, ici en site. Le bit de pointage AUT est alors introduit dans le canal C_2 et provoque la phase de pointage élémentaire en site sous la commande de l'unité 61.

La base de temps de celle-ci ordonne la lecture du contenu du registre 63S, via un fil 614 S. Le contenu du registre 63S est appliqué au système d'asservissement 8S afin que l'arbre
5 10S tourne jusqu'à ce que le système 8S soit stabilisé à la position $S = s$ au dixième de degré près et que le comparateur 88S indique $v_s = 0$, c'est-à-dire $|\epsilon| < \epsilon_m$. Le bit de validation v_s est transféré, via un fil 615S à l'unité 61 qui délivre
10 le bit de fin de pointage $aut = 0$ dans le canal c_4 ainsi que le bit de validation $v_s = 0$ via un bus 615 et une mémoire 44.

Une procédure élémentaire de pointage pour l'azimut se fait d'une manière analogue par l'intermédiaire de fils et
15 bus de commande 611A à 615A qui ont des rôles équivalents aux fils et bus 611S à 615S respectivement. Egale-
ment, l'opérateur peut procéder simultanément à deux procédures élémen-
20 taires de pointage en site et en azimut, selon un autre mode de réalisation.

Le circuit d'émission 4 comporte une mémoire 44 qui mémorise toutes les données affectées au canal c_4 et dont les contenus des différentes cellules sont rafraîchis périodiquement par l'unité 61, via le bus 615, en réponse à une
25 quelconque modification soit des contenus des registres tampons 621 et 622, soit de l'évolution du pointage de la tourelle. A chaque période, le contenu de la mémoire 44 est introduit dans le canal c_4 à travers le bus d'entrée à 16 fils 45_4 du
30 modulateur 40_4 .

Le circuit d'émission 4 inclut également trois convertisseurs analogiques-numériques 431, 432 et 433. Les deux premiers 431 et 432 transmettent les valeurs numériques g_1 et g_2 aux bus d'entrées à 2×8 fils 45_3 du modulateur 40_3 , à
35 travers deux jeux de huit portes ET 46_1 et 46_2 . Ces portes sont ouvertes périodiquement, via le fil 616, par l'unité 61 à la même cadence que celle d'écriture et de lecture de la mémoire 44.

La fréquence d'écriture des mémoires 42s et 42a est celle de lecture des registres tampons 63S et 63A transmise par les fils 614S et 614A, tandis que leur fréquence d'écriture est celle d'écriture et de lecture de la mémoire 44 ainsi que d'ouverture des portes 46_1 , 46_2 et d'un jeu de portes ET 46_5 . Ce dernier jeu de portes dessert les bus de sorties des mémoires 42s et 42a ainsi que les sorties des détecteurs de niveau 17_1 , 17_2 , 18_1 et 18_2 à travers un circuit OU analogique 47 et le troisième convertisseur analogique-numérique 433. La sortie des portes ET 46_5 est reliée au bus d'entrée à 16 fils 45_5 du modulateur 40_5 . Comme déjà dit, seulement l'un des résultats de mesure délivré par les organes 42s, 42a, 17_1 , 18_1 et 17_2 , 18_2 est introduit dans le canal c_5 en réponse à l'adresse contenue dans le mot de demande de lecture DLEC. Pour cette sélection, l'unité 61 commande en lecture l'un de ces organes par l'intermédiaire d'un bus d'adressage 617 relié également aux interrupteurs 15 et 16.

Il sera noté que les organes de commandes manuelles de l'antenne réceptrice 1, n'appartenant pas au cadre de l'invention, peuvent coopérer avec l'unité de commande 61 afin qu'une équipe d'entretien puisse déconnecter l'unité de commande ou l'utiliser à des fins de mesure in situ ou en relation avec les appareils d'un véhicule éloigné à antenne émettrice.

Selon la réalisation de l'installation de télécommande qui vient d'être décrite, la procédure de pointage de l'antenne réceptrice s'effectue étape par étape, par transmission des paramètres dans les canaux C_1 et C_2 au gré de l'opérateur. En d'autres termes, la procédure élémentaire précédente consiste à pointer l'antenne réceptrice 1 du relais hertzien strictement à la position souhaitée. Celle-ci ne correspond pas a fortiori à l'optimum de puissance reçue et

doit être suivie généralement de plusieurs procédures élémentaires de pointage afin d'obtenir le gain minimal. Le pointage optimum qui correspond pour chaque paramètre de positionnement, site ou azimut, à un gain minimal peut
5 être réalisé également automatiquement selon une seconde réalisation. Ce pointage est effectué sous la commande d'un calculateur tel qu'un microprocesseur, qui est inséré dans l'unité de commande 61 (Fig. 3) du côté du relais hertzien. Le début de la procédure de pointage automatique est analogue
10 à celui d'une procédure de pointage élémentaire précédente c'est-à-dire jusqu'à l'ordre de lecture du registre tampon 63S ou 63A. Cependant, contrairement à la réalisation précédente, l'unité 61 n'ordonne plus sur le bus 616 la transmission cyclique de données à travers les canaux retour c_3 , c_4
15 et c_5 pendant la procédure de pointage automatique. Au cours de celle-ci, l'unité 61 reçoit en permanence le gain de puissance reçue g_1 ou g_2 , via les bus de sortie du convertisseur analogique-numérique 431 ou 432, et la position instantanée sélectionnées ou a, via les bus de sortie des convertis-
20 seurs analogique-numériques 87 du système d'asservissement 8S ou 8A.

La procédure d'optimisation automatique réalisée par le calculateur de l'unité 61 est la suivante pour l'un des paramètres de positionnement, par exemple le site S. L'opéra-
25 teur frappe une valeur initiale S_0 sur le clavier 32, qui correspond approximativement à la valeur réelle S_R du site de la ligne de visée entre les antennes 1 et 2 et qui est déduite par un relevé topographique sur cartes. Une touche spéciale est enfoncée pour commander une séquence automatique
30 de pointage optimum. Après réception notamment de S_0 , $SEL = 0$, $AUT = 1$, à travers les canaux aller C_1 et C_2 , comme pour une procédure de pointage élémentaire précédente, l'unité 61 effectue successivement quatre telles procédures de pointage

élémentaire, en référence à la Fig. 5.

a) Après la réception du paramètre S_0 , le calculateur de l'unité 61 reçoit une valeur de gain G_0 pour la voie à haute fréquence sélectionnée HF_1 ou HF_2 , à travers le bus de sortie du convertisseur 431 ou 432, lorsque le système d'asservissement a calé la tourelle à $s = S_0$, ce qui correspond à la fin de la première procédure de pointage.

b) Le calculateur provoque une variation négative (ou positive) ΔS en site par calcul d'une nouvelle valeur de site $S_1 = S_0 + \Delta S$; le taux de variation ΔS est défini tel le gain G_1 correspondant à S_1 est égal à kG_0 , où k est un nombre prédéterminé supérieur à l'unité ; le calculateur reçoit en fin de cette seconde procédure de pointage la valeur du gain G_1 pour la voie HF sélectionnée en réponse au positionnement de l'antenne réceptrice 1 à $s = S_1$; la valeur G_1 est mémorisée.

c) L'unité 61 provoque ensuite une troisième procédure de pointage automatique, par variation positive (ou négative) de la valeur de site s jusqu'à ce que le gain soit de nouveau égal à la valeur mémorisée G_1 . Cette valeur correspond alors à une valeur de site $s = S_2$.

d) Sachant que la courbe $G = f(s)$ est symétrique par rapport à l'optimum, comme montré à la Fig. 5, le calculateur procédera au calcul du site S_m qui correspond au gain minimal G_m et qui est la moyenne arithmétique de S_1 et S_2 :

$$S_m = (S_1 + S_2) / 2$$

Un quatrième pointage automatique est alors commandé par l'unité 61 afin que l'antenne réceptrice 1 soit en visée directe avec l'antenne émettrice 2, c'est-à-dire ait un angle de site égal à $S_m = S_R$.

On procède ensuite d'une manière analogue pour le pointage optimum en azimut. Cependant les pointages optimaux en site et en azimut peuvent être commandés successivement

après que l'opération ait indiqué des valeurs initiales S_0 et A_0 , selon une autre variante.

On notera qu'en l'absence du calculateur de l'unité 61, l'opérateur contrôle successivement les quatre dernières
5 procédures de pointage élémentaire.

Enfin d'autres variantes peuvent être conçues dans le cadre des revendications annexées, en ce qui concerne notamment le nombre et le mode de transmission des données.

L'adresse précitée AAR de l'antenne réceptrice est
10 destinée à sélectionner l'un des relais hertziens selon l'invention dans une même région, ou dans des régions différentes par un seul véhicule à antenne émettrice. Réciproquement, plusieurs véhicules peuvent faire appel au même relais hertzien. Dans ce cas, chaque antenne émettrice et le relais
15 hertzien transmettent l'adresse propre au véhicule en même temps que chaque message. L'unité 61 du relais hertzien établira une priorité de pointage entre les véhicules, et chaque véhicule ne visualisera que les données qui lui sont propres.

20 Les canaux télégraphiques aller C_1 , C_2 et retour C_3 , C_4 , C_5 peuvent être rassemblés en un seul canal bidirectionnel ce qui permet de ménager une voie phonique dans la voie radiotéléphonique. Par exemple, le canal télégraphique unique est normalisé à 200 bauds et à bande passante égale
25 à 480 Hz, centrée sur la fréquence 2,4 kHz. La voie phonique est filtrée dans une bande comprise entre 0,3 et 2 kHz.

RE V E N D I C A T I O N S

1 - Installation de télécommande du pointage d'une antenne récep-
trice (1) à partir du lieu d'une antenne émettrice (2), l'antenne récep-
trice tournant autour d'une première direction prédéterminée (10S)
sous la commande de premiers moyens moteurs (8S), caractérisée en ce
5 qu'elle comprend :

- des premiers moyens (3) sis à l'antenne émettrice pour élaborer
et transmettre un premier angle de rotation et des premières directives
d'avance (M/A, AUT) des premiers moyens moteurs (8S) à travers une liai-
son numérique aller (7) ;
- 10 - des premiers moyens (6) sis à l'antenne réceptrice pour recevoir
le premier angle de rotation et les premières directives à travers la
liaison aller et pour commander par les premiers moyens moteurs (8S)
la rotation de l'antenne réceptrice (2) jusqu'au pointage selon ledit
premier angle ;
- 15 - des seconds moyens (4) sis à l'antenne réceptrice pour trans-
mettre à travers une liaison numérique retour (7) le gain de puissance
(g) délivré par les organes de commande automatique de gain (19) existants
dans une voie de réception (HF) de l'antenne réceptrice (1) ; et
- des seconds moyens (5) sis à l'antenne émettrice pour recevoir
20 à travers la liaison retour (7) et visualiser le gain de puissance (g).

2 - Installation conforme à la revendication 1, dans laquelle
l'antenne réceptrice (1) tourne autour d'une seconde direction prédéter-
minée (10A) sous la commande de seconds moyens moteurs (8A), caractérisée
en ce que les premiers moyens de transmission (3) peuvent transmettre aux
25 premiers moyens de réception (6) à travers la liaison aller (7) le pre-
mier angle de rotation (S) et les premières directives ou un second angle
de rotation (A) et des secondes directives d'avance (M/A, AUT) des se-
conds moyens moteurs (8A) ainsi qu'un mot de sélection (SEL) des premiers
et seconds moyens moteurs dès que les seconds moyens de réception (5) ont
30 reçu un mot (vs ; va) de fin de pointage suivant le premier ou second
angle de rotation (S ; A) qui est délivré par les premiers ou seconds mo-
yens moteurs (8S ; 8A) à travers les seconds moyens de transmission (4)
et la liaison retour (7).

3 - Installation conforme aux revendications 1 ou 2, caractérisée
35 en ce que chaque moyen moteur (8) consiste en un système d'asservissement
comprenant une chaîne directe qui inclut un motoréducteur (11) de rota-
tion autour de la direction prédéterminée (10), une chaîne retour tachy-
métrique (81) et une chaîne retour de positionnement (13), un compara-

teur (88) du signal d'erreur du système d'asservissement à un seuil 0077731 prédéterminé pour délivrer un mot de fin de pointage (v_s ; v_a), et des moyens (77) reliés à la chaîne retour de positionnement pour délivrer la valeur instantanée dudit angle.

5 4 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les premiers moyens de transmission comprennent des moyens (33) pour visualiser l'angle de rotation et/ou des directives relatives à la mise sous tension (M/A) et/ou la commande automatique (AUT) des moyens moteurs (8S ; 8A).

10 5 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les liaisons numériques aller et retour (7) consistent en une liaison téléphonique bidirectionnelle (73 à 76) terminée par des modems (30 à 60).

15 6 - Installation conforme à la revendication 5, caractérisée en ce que, dans la liaison aller, l'angle de rotation et les directives sont convoyés dans des premier et second canaux numériques à déplacement de fréquence (C_1 , C_2) et en ce que, dans la liaison retour, le gain de puissance est convoyé dans un troisième canal à déplacement de fréquence (c_3).

20 7 - Installation conforme aux revendications 2 et 6, caractérisée en ce que le mot de sélection des moyens moteurs (SEL) est convoyé dans le premier canal (C_1) et en ce que le mot de pointage (v_s ; v_a) est convoyé dans un quatrième canal à déplacement de fréquence (c_4) dans la liaison retour.

25 8 - Installation conforme à la revendication 5, caractérisée en ce que toutes les données et directives transmises sont convoyées dans un unique canal télégraphique conjoint à une voie phonique, tous deux compris dans la bande téléphonique.

30 9 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 8, caractérisée en ce que les seconds moyens de réception comprennent des moyens (524 à 529) pour visualiser au moins l'état de mise sous tension (m/a) des moyens moteurs (11S, 11A) et/ou l'état de mise en rotation (v_s , v_a , aut) de l'antenne réceptrice par les moyens moteurs autour de la direction prédéterminée (10S ; 10A).

35 10 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 9, caractérisée en ce que les gains de puissance (g_1 ; g_2) délivrés par des moyens de commande automatique de gain (19_1 ; 19_2) insérés dans plusieurs voies de réception (HF_1 ; HF_2) de l'antenne réceptrice (2) sont émis en permanence à travers des convertisseurs analogiques-numériques

(431;432) et des moyens de modulation (40_3) des seconds moyens de transmission et sont visualisés dans les seconds moyens de réception (5) par des galvanomètres à travers des moyens de modulation (50_3) et des convertisseurs numériques-analogiques
5 (531; 532).

11 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 10, caractérisée en ce que les premiers moyens de réception (3) commandent la transmission périodique de l'angle de rotation instantanée (s, a) par les seconds moyens de transmission (4) en réponse à la réception d'un mot d'adresse (DLEC) émis par les premiers moyens d'émission (3) et en ce que les seconds moyens de réception (5) comprennent des moyens (520) pour visualiser l'angle de rotation instantanée.

12 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 15 11, caractérisée en ce que les premiers moyens de réception (3) commandent sélectivement la transmission périodique du niveau de l'un des signaux composants dans une voie ou plusieurs voies de réception (HF) de l'antenne réceptrice délivré par des moyens de détection de niveau (17; 18) en réponse à la réception d'un
20 mot d'adresse (DLEC) émis par les premiers moyens de transmission (3) et en ce que les seconds moyens de réception (5) comprennent des moyens (520) pour visualiser le niveau du signal correspondant au mot d'adresse.

13 - Installation conforme aux revendications 6 et 11 ou 25 6 et 12, caractérisée en ce que le mot d'adresse (DLEC) est convoyé dans le second canal (C_2) et en ce que, la valeur numérique du niveau (nbf, nv) est convoyée dans un cinquième canal à déplacement de fréquence (c_5) dans la liaison retour.

14 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 30 13, caractérisée en ce que les premiers et seconds moyens de transmission (3, 4) transmettent dans chaque message l'adresse (AAR) de l'antenne réceptrice (1) et en ce que les premiers moyens de réception (6) vérifient l'adresse (AAR) reçue de l'antenne réceptrice.

15 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 14, caractérisée en ce que les premiers et seconds moyens de transmission (3, 4) transmettent dans chaque message l'adresse de l'antenne émettrice (2) et en ce que les seconds
5 moyens de réception (5) vérifient l'adresse reçue de l'antenne émettrice.

16 - Installation conforme à l'une des revendications 1 à 15, caractérisée en ce que les premiers moyens de réception (6) et les seconds moyens de transmission (4) sont contrôlés
10 par des moyens (8) sis à l'antenne réceptrice pour pointer automatiquement l'antenne réceptrice (1) selon un procédé d'optimisation automatique de gain de puissance reçue à partir d'un angle de rotation initial (S_0).

17 - Procédé d'optimisation de gain de puissance mis en
15 oeuvre par les moyens de pointage automatique (8) selon la revendication 16, caractérisée en ce que :

a) - l'antenne réceptrice (1) est pointée approximativement sur l'antenne émettrice (2) à partir de relevé topographique, audit angle de rotation initial S_0 correspondant
20 à un gain G_0 ;

b) - l'antenne réceptrice est pointée à un angle $S_1 = S_0 + \Delta S$ ($\Delta S > < 0$) et le gain G_1 correspondant est mémorisé ; S est définie telle que $G_1 = kG_0$ où k est un nombre prédéterminé supérieur à l'unité ;

25 c) - l'antenne réceptrice est pointée pas-à-pas par variation de l'angle de S_1 à une valeur S_2 symétrique de S_1 par rapport à l'optimum S_m telle que pour la valeur S_2 , le gain soit égal à la valeur mémorisée de G_1 ; et

d) - l'antenne réceptrice est pointée à l'angle S_m
30 correspondant au gain minimal G_m telle que :

$$S_m = (S_1 + S_2) / 2$$

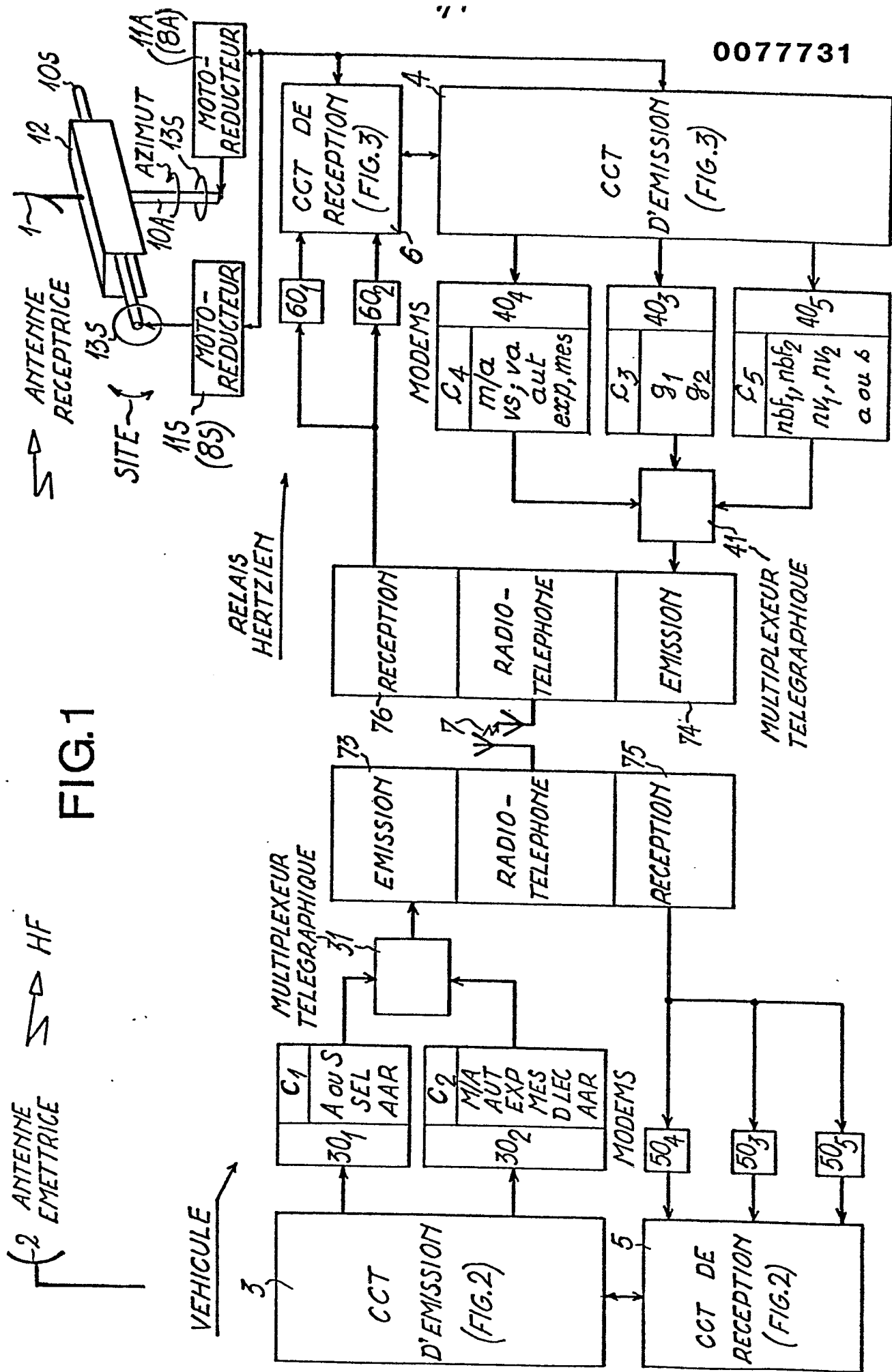


FIG.1

FIG.2

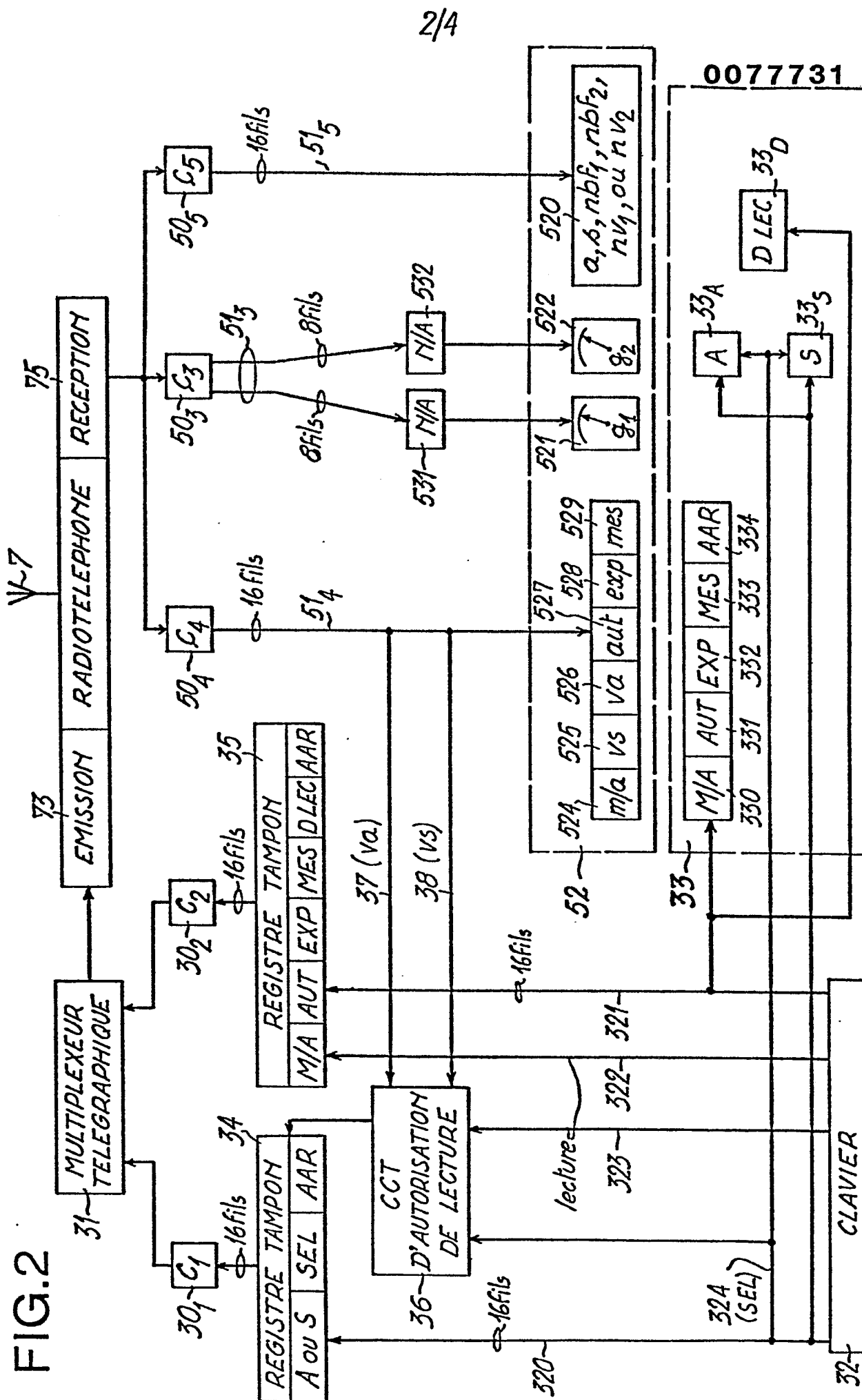


FIG. 3

The diagram illustrates a radio receiver system architecture. Key components and their interconnections include:

- Input Stage:** HF₁ and HF₂ signals enter through switches (190₁, 190₂) and are processed by CAG (Control and Addressing) blocks (19₁, 19₂).
- Control Unit (UNITE DE COMMANDE / CALCULATEUR):** This central unit contains registers for 'ASSERVISSEMENT SITE' (FIG. 4) and 'ASSERVISSEMENT AZIMUT' (FIG. 4). It includes control logic blocks (85_S, 85_A, 87_S, 87_A) and CNA (Control and Navigation) blocks. It interfaces with a 'MEMOIRE' (Memory) block (44) and a 'REGISTRE TAMPON' (Buffer Register) (622).
- Memory and Buffers:** The 'MEMOIRE' block (44) stores data in 'm/a', 'vs', 'va', 'aut', 'exp', and 'mes' fields. It is connected to buffers (C₁, C₂, C₃, C₄, C₅) and a 'MULTIPLEXEUR TELEGRAPHIQUE' (41).
- Detection and Output:** 'DETECTEURS DE NIVEAU' (Level Detectors) (47) process signals from the input stage. The system also includes an 'EMISSION' block (74) and a 'RECEPTION' block (76).
- Signal Flow:** The system processes signals through various stages, including 'écriture' (writing) and 'lecture' (reading) operations, and 'adresses' (addresses) for data retrieval.

Reference numerals throughout the diagram identify specific components and signal paths, such as 15, 16₁, 16₂, 17₁, 17₂, 18₁, 18₂, 19₁, 19₂, 43₁, 43₂, 43₃, 45₃, 45₄, 45₅, 46₁, 46₂, 46₅, 61₁, 61₂, 61₃, 61₄, 61₅, 61₆, 61₇, 62₁, 62₂, 63₁, 63₂, 63₃, 63₄, 63₅, 64₁, 64₂, 64₃, 64₄, 64₅, 64₆, 64₇, 64₈, 64₉, 64₁₀, 64₁₁, 64₁₂, 64₁₃, 64₁₄, 64₁₅, 64₁₆, 64₁₇, 64₁₈, 64₁₉, 64₂₀, 64₂₁, 64₂₂, 64₂₃, 64₂₄, 64₂₅, 64₂₆, 64₂₇, 64₂₈, 64₂₉, 64₃₀, 64₃₁, 64₃₂, 64₃₃, 64₃₄, 64₃₅, 64₃₆, 64₃₇, 64₃₈, 64₃₉, 64₄₀, 64₄₁, 64₄₂, 64₄₃, 64₄₄, 64₄₅, 64₄₆, 64₄₇, 64₄₈, 64₄₉, 64₅₀, 64₅₁, 64₅₂, 64₅₃, 64₅₄, 64₅₅, 64₅₆, 64₅₇, 64₅₈, 64₅₉, 64₆₀, 64₆₁, 64₆₂, 64₆₃, 64₆₄, 64₆₅, 64₆₆, 64₆₇, 64₆₈, 64₆₉, 64₇₀, 64₇₁, 64₇₂, 64₇₃, 64₇₄, 64₇₅, 64₇₆, 64₇₇, 64₇₈, 64₇₉, 64₈₀, 64₈₁, 64₈₂, 64₈₃, 64₈₄, 64₈₅, 64₈₆, 64₈₇, 64₈₈, 64₈₉, 64₉₀, 64₉₁, 64₉₂, 64₉₃, 64₉₄, 64₉₅, 64₉₆, 64₉₇, 64₉₈, 64₉₉, 64₁₀₀.

FIG.4

4/4

0077731

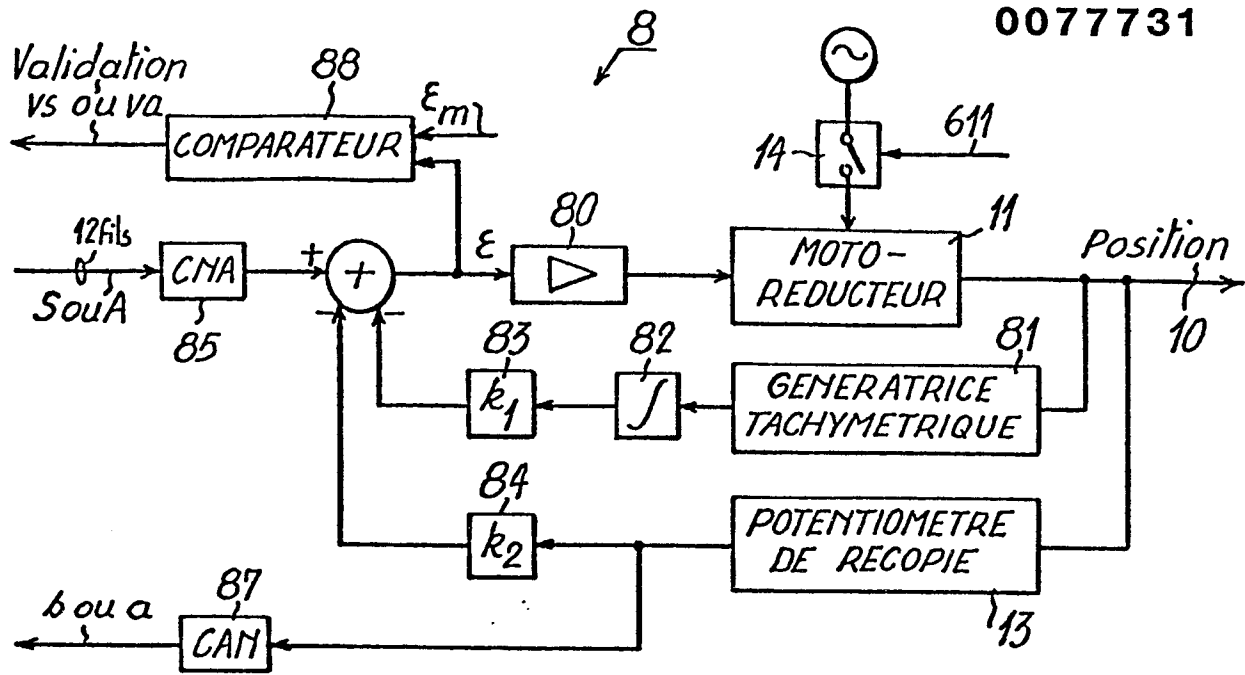


FIG.5

