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

(11) EP 0 695 051 B1

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
12.11.2003 Bulletin 2003/46

(51) Int Cl.[7]: **H04H 1/00**

(21) Numéro de dépôt: **95401703.4**

(22) Date de dépôt: **18.07.1995**

(54) **Système d'émission numérique par satellite**

Digitales Satellitenrundfunksystem

Digital satellite transmission system

(84) Etats contractants désignés:
DE ES FR GB IT LU SE

(30) Priorité: **29.07.1994 FR 9409438**

(43) Date de publication de la demande:
31.01.1996 Bulletin 1996/05

(73) Titulaire: **AGENCE SPATIALE EUROPEENNE**
F-75738 Paris Cedex 15 (FR)

(72) Inventeurs:
- **Elia, Carlo**
  NL-2324 CL Oegstgeest (NL)
- **Colzi, Enrico**
  NL-2343 CD Oegstgeest (NL)

(74) Mandataire: **Jacquard, Philippe Jean-Luc et al**
Cabinet ORES,
36,rue de St Pétersbourg
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 306 918
DE-A- 3 200 249
DE-A- 4 034 979
GB-A- 2 232 561
US-A- 4 145 573

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).

EP 0 695 051 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Description

[0001] La présente invention a pour objet un système d'émission numérique par satellite comprenant une liaison envoyant des informations numériques à destination du satellite, ledit satellite réémettant un multiplex d'émission.

[0002] Le standard DTVB d'émission de télévision par satellite a été décrit dans la publication de l'Union Européenne de Radiodiffusion de Janvier 94, intitulée "Specification of the "Baseline Modulation/Channel Coding System" for Digital Multiprogramme Television by Satellite" (V4/MOD-B, DTVB 1110, GT V4/MOD 252).

[0003] Ce standard met en oeuvre la transmission multiprogramme par satellite utilisant le standard MPEG-2 pour la compression audio et vidéo et le multiplexage. Pour la définition de ce standard MPEG-2, on se reportera à la publication de l'International Standardisation Organisation (ISO) intitulée "MPEG-2 Systems Working Draft" (ISO/IEC JTC1/SC20/WG11, NO501, MPEG93, Juillet 1993).

[0004] Le standard DTVB suppose de manière implicite que les différents canaux de télévision sont acheminés à une station terrestre unique en vue de leur multiplexage. Le flux de données multiplexées, appelé flux de transport, est alors transmis au satellite par une liaison ascendante commune après insertion d'informations de redondance permettant la protection du signal.

[0005] Cette nécessité de transporter chaque canal de télévision à une liaison ascendante commune, également appelée liaison de contribution, engendre des coûts supplémentaires résultant d'une part de la mise en oeuvre de cette station terrestre de liaison de contribution et d'autre part de l'acheminement des signaux vers cette station terrestre à partir de divers émetteurs terrestres.

[0006] La présente invention a pour objet un système permettant l'élimination de cette liaison de contribution, en particulier dans le cadre de la mise en oeuvre de l'émission par satellite de programmes de télévision numérique pouvant être reçus directement au domicile d'un utilisateur.

[0007] La Demande de Brevet français FR 2 498 034 (WESTERN ELECTRIC) décrit un système bi-directionnel TDMA dans lequel le multiplexage est entièrement réalisé à bord du satellite. La présente Invention a également pour but de simplifier le multiplexeur embarqué, dans le cas d'une application à la télévision numérique.

[0008] L'invention concerne ainsi un système d'émission numérique par satellite comprenant une liaison envoyant des informations numériques à destination du satellite, ledit satellite réémettant un multiplex d'émission tel que défini à la revendication 1.

[0009] La mise en oeuvre de l'invention permet ainsi de simplifier le module multiplexeur embarqué, puisqu'une partie de la fonction d'adaptation de canal est réalisée par les émetteurs individuels.

[0010] Au moins un dit émetteur individuel peut être une station au sol. Ainsi, chaque station au sol émet directement en direction du satellite, ce qui permet l'élimination de la liaison de contribution. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que tous les émetteurs individuels soient des stations au sol.

[0011] Ladite liaison est avantageusement une liaison multiplex émettant un signal d'émission multiplex qui est de préférence un signal analogique modulé, de préférence en phase, pour le transport desdites informations numériques. Le signal multiplex comporte avantageusement des paquets dont chacun transporte l'information d'un seul programme.

[0012] Le bloc d'adaptation du premier type est par exemple un bloc d'embrouillage et/ou un bloc d'encodage externe.

[0013] Au moins un émetteur individuel peut comporter un dispositif de réception du multiplex d'émission et un dispositif d'extraction d'horloge fournissant un signal d'horloge de l'émetteur individuel. Ceci permet d'obtenir de manière simple une horloge qui ne présente pas de dérive par rapport à l'horloge du satellite qui alimente entre autres choses le module multiplexeur.

[0014] Selon un mode de réalisation préféré, le module multiplexeur embarqué comporte successivement :

1) une pluralité de branches en parallèle, dont chacune reçoit à son entrée un signal analogique démultiplexé par un démultiplexeur analogique, lequel fait partie de l'architecture embarquée sur le satellite, chaque branche en parallèle comprenant successivement :

   a) un filtre passe-bande,
   b) un convertisseur analogique-numérique,
   c) un démodulateur en bande de base,
   d) une mémoire tampon attaquant une entrée d'un multiplexeur embarqué.

2) ledit multiplexeur embarqué,
3) un convertisseur numérique-analogique,
4) un modulateur du signal analogique fourni par le convertisseur numérique-analogique,
5) un mélangeur fournissant un signal d'émission satellite multiplexée.

[0015] Le module multiplexeur comporte avantageusement, en aval du multiplexeur embarqué et en amont du convertisseur numérique-analogique, un générateur d'au moins un bloc d'adaptation de canal d'un deuxième type nécessitant un échange d'informations entre des programmes différents. Un bloc d'adaptation du deuxième type peut être par exemple un bloc d'entrelacement et/ou un bloc d'encodage interne.

[0016] Le modulateur dudit signal analogique est avantageusement un modulateur de phase à plusieurs états, de préférence un modulateur de phase à quatre états (0°, 90°, 180°, 270°), chacune des valeurs repré-

sentant un dibinaire (QPSK).

[0017] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, en liaison avec les dessins dans lesquels :

- la figure 1 représente un schéma fonctionnel d'un système selon l'invention ;
- la figure 2 représente un flux de transport numérique selon le standard MPEG-2 ;
- la figure 3 illustre la configuration connue mettant en oeuvre une liaison de contribution ;
- la figure 4 illustre la transmission effectuée selon l'invention sans liaison de contribution ;
- la figure 5 représente le diagramme fonctionnel d'une adaptation de canal connue en soi ;
- la figure 6 représente l'adaptation de canal modifiée selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 7 représente le diagramme fonctionnel d'une liaison ascendante selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 8 illustre le découpage en canaux d'une liaison ascendante selon l'invention ;
- la figure 9 représente un schéma fonctionnel d'un bloc multiplexeur embarqué selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 10 représente diverses configurations d'implantation de ce module multiplexeur dans l'architecture du satellite ;
- et la figure 11 un mode de réalisation préféré de la figure 10.

[0018] Selon la figure 1, un système de transmission selon l'invention comporte un certain nombre de stations au sol E_1, E_2, E_3, E_4, etc... pourvues d'antennes d'émission A_1, A_2, A_3, A_4, etc... émettant avec un débit dit "faible" en direction d'un satellite SAT, lequel reçoit l'ensemble de ces émissions par une antenne de réception unique AR. Selon ce système, les stations E_1, E_2, E_3, E_4, etc..., qui sont disposées au sol dans des positions géographiques différentes adressent leurs signaux indépendamment les unes des autres vers le satellite SAT qui fait fonction de répondeur pour la transmission d'un ou plusieurs programmes de télévision numérique. Chaque station au sol E_1, E_2, E_3, E_4, etc.. transmet un signal correspondant à au moins un programme de télévision. Un module multiplex MMUX intégré à l'architecture du satellite SAT effectue un traitement sur les signaux reçus par l'antenne de réception AR à partir des stations au sol E_1, E_2, E_3, E_4, etc..de manière à générer un seul signal multiplex émis par l'antenne d'émission AE en direction de récepteurs terrestres à destination d'utilisateurs individuels, ou d'immeubles, pourvus d'antennes de réception satellites. Le signal émis par l'antenne d'émission AE du satellite SAT comporte un signal de télévision multiprogramme dans lequel les émissions des stations au sol E_1, E_2, E_3, E_4, etc.. ou de seulement certaines d'entre elles est multiplexé.

[0019] La liaison descendante constituée par les émissions de l'antenne d'émission AE est effectuée de préférence selon le standard d'émissions de télévision par satellite DTVB mentionné ci-dessus.

[0020] Avec ce système, on s'est affranchi de la liaison de contribution de l'Art Antérieur.

[0021] Les liaisons ascendantes E_1, E_2, E_3, E_4, etc... émettent des signaux conformes au standard MPEG-2 selon lequel les signaux audio, vidéo, et éventuellement de données, sont multiplexés et comprimés pour former un flux élémentaire de paquet PES.

[0022] Le flux de transport MPEG-2 est représenté à la figure 2. Il comporte un succession de paquets P1, P2, P3, P4, etc... Un paquet comporte un segment de données PES qui regroupe des informations vidéo, audio et de données précitées et qui est précédé par un en-tête comportant successivement un multiplet de synchronisation SYNC, en général un octet, un segment d'indication d'erreur de transport de paquets TPEI, un segment PSI d'indication de démarrage de paquets, un segment TP d'indication de priorité de transport, un segment PID, un segment TSC de contrôle d'embrouillage, un segment AFC de contrôle de signal d'adaptation, un segment CC de compteur de continuité et un champ AF d'adaptation. Pour plus de détails, on se reportera à la définition du standard MPEG-2.

[0023] Dans les systèmes utilisant le standard MPEG-2, il peut être par exemple envisagé que les stations au sol E'_1, E'_2, E'_3, E'_4, etc...transmettent leurs informations vidéo V'_1, V'_2, V'_3, V'_4, etc.. audio A'_1, A'_2, A'_3, A'_4, etc...et de données D'_1, D'_2, D'_3, D'_4 à un multiplexeur de transport TRMUX faisant partie de la liaison de contribution LC qui est disposée au sol et qui émet le multiplex en direction d'un satellite qui ne fait ensuite que le retransmettre tel quel à l'intention des utilisateurs domestiques.

[0024] Selon la configuration de l'invention telle qu'illustrée à la figure 4, chaque émetteur E_1, E_2, E_3, E_4 est pourvu de son propre multiplexeur de transport TRMUX1, TRMUX2, TRMUX3, TRMUX4, etc.. qui multiplexe les données vidéo, audio et de données, respectivement V_1, A_1, D_1 pour l'émetteur E_1, V_2, A_2, D_2 pour l'émetteur E_2, V_3, A_3, D_3 pour l'émetteur E_3, V_4, A_4, D_4 pour l'émetteur E_4, etc.. Chacun de ces signaux multiplexés est transmis par les antennes A_1, A_2, A_3, A_4, etc... en direction du satellite SAT dans lequel ils seront. traités par le module multiplexeur MMUX pour produire le multiplex d'émission regroupant les programmes correspondant aux émetteurs E_1, E_2, E_3, E_4, etc.. en direction des antennes des récepteurs des utilisateurs domestiques.

[0025] Chaque paquet de transport porte l'information d'un seul programme. Le multiplexeur de transport de rang $\underline{p}$ $TRMUX_p$ exécute un certain nombre de fonctions pour lui permettre de calculer les valeurs insérées dans l'en-tête du paquet. Il génère cet en-tête et il ajoute le cas échéant un nombre de données PES suffisant pour

atteindre une longueur de 188 octets. Le multiplexeur de transport $TRMUX_p$ opère à un débit moindre que le multiplexeur de transport TRMUX incorporé dans la liaison de contribution LC de la figure 3. Dans le cas d'une émission de type télévision, le débit d'information est connu et reste stable pour un programme donné, ce qui permet d'effectuer la génération des paquets de transport canal par canal comme représenté à la figure 4.

[0026] Etant donné qu'il n'y a pas besoin d'échanger d'informations entre les multiplexeurs de transport $TRMUX_p$ disposés dans les émetteurs individuels E_1, E_2, E_3, E_4, etc.., ces multiplexeurs peuvent être disposés séparément au sol dans chacune des stations d'émission, alors que le module multiplexeur MMUX est, quant à lui, incorporé à l'architecture du satellite SAT.

[0027] Par ailleurs, il est intéressant de limiter le plus possible les fonctions remplies par le module multiplexeur MMUX. Il est en effet plus intéressant de conserver le maximum de fonctions au niveau des stations terrestres quitte à en augmenter la puissance rayonnée isotropique effective ("EIRP") plutôt que d'embarquer un multiplexeur MPEG-2 complet.

[0028] Ceci est illustré par les figures 5 et 6.

[0029] La figure 5 représente un diagramme fonctionnel de l'adaptation de canal, connu en soi, selon le standard MPEG-2. Cette adaptation de canal comporte tout d'abord un fonction d'embrouillage réalisée par un embrouilleur EMB pour obtenir une dispersion d'énergie puis un codage externe réalisé par un encodeur externe EXENC, un entrelacement réalisé par un dispositif d'entrelacement INT, un encodage interne réalisé par un encodeur interne INENC et enfin une modulation telle qu'une modulation de phase à quatre états QPSK réalisée par un modulateur MOD, le signal sortant du modulateur MOD pouvant alors être dirigé vers l'antenne d'émission AE du satellite SAT.

[0030] Cette adaptation a pour fonction connue de protéger la liaison descendante destinée à un utilisateur domestique contre les défauts du canal satellite.

[0031] Selon l'invention, on dispose un certain nombre de blocs du canal d'adaptation sur les stations terrestres E_1, E_2, E_3, E_4, etc.. Ces blocs sont ceux qui exécutent des fonctions qui, ainsi que la Demanderesse l'a mis en évidence, ne nécessitent pas un échange d'informations mutuel entre différents programmes. C'est ainsi que les fonctions d'embrouillage et de codage externe peuvent être placées au sol alors que les fonctions d'entrelacement et de codage interne restent disposées sur le satellite SAT.

[0032] En outre, étant donné que les stations au sol réalisent le codage externe EXENC, ceci permet une protection contre les erreurs de la liaison ascendante, avec pour conséquence une diminution de la puissance rayonnée isotropique effective EIRP des stations terrestres.

[0033] Le diagramme fonctionnel d'un émetteur E_p est représenté à la figure 7. Il comporte un encodeur vidéo $ENCV_p$ de signaux vidéo V_p, un encodeur audio $ENCA_p$ de signaux audio A_p et un encodeur de données $ENCD_p$ de données D_p fournissant des paquets PES à autant d'entrées d'un multiplexeur de transport $TMUX_p$. La compression des données vidéo, audio et de données est réalisée de manière connue dans les trois encodeurs précités. Etant donné que l'allocation du canal est fixe ou quasiment fixe, il n'est pas besoin de recueillir d'autres données PES des autres canaux alimentant le même satellite. Par conséquent, le multiplexeur de transport $TMUX_p$ génère l'en-tête qui correspond au traitement des données PES à son entrée, c'est-à-dire correspondant au seul canal qui l'intéresse et produit le paquet de transport TP dans le format MPEG-2.

[0034] Le processeur UWPR inverse le signe du mot unique d'en-tête du paquet selon le standard d'organisation de trame de la norme DTVB.

[0035] Une unité logique de contrôle CU commandée par une horloge de référence H supervise cette inversion ainsi que le processus de dispersion d'énergie qui est réalisé par l'unité d'embrouillage EMB. Le codage interne est réalisé par un processeur RS selon un code Reed-Solômon avec les paramètres (204, 188, 8). Cet encodage Reed-Solomon réalisé avant la modulation QPSK réalisée par le modulateur MOD et la transmission réalisée par l'émetteur EM.

[0036] La fréquence porteuse du signal émis par l'antenne A_p ne nécessite pas une stabilité de fréquence meilleure que 10 ppm. Il est donc possible d'utiliser un oscillateur local. Cependant, étant donné qu'une dite station d'émission E_p dispose en général d'un récepteur de contrôle REC, on met à profit l'existence de ce récepteur REC pour en extraire une horloge-système à partir du signal descendant fourni par le satellite SAT de manière à verrouiller l'horloge de référence H qui alimente, outre l'unité de contrôle CU et les modules RS, le multiplexeur $TMUX_p$ et le modulateur MOD.

[0037] On notera, ainsi qu'il sera montré plus en détail par la suite, que dans le module multiplexeur MMUX du satellite SAT, des mémoires tampon sont mises en oeuvre en amont du multiplexeur embarqué pour permettre la correction des erreurs résiduelles et des erreurs dues au phénomène Doppler, avant multiplexage et émission par l'antenne AE.

[0038] La figure 8 illustre la répartition des canaux du satellite SAT. Un groupe de N stations d'émission E_p (avec N = 6) se partage un répondeur satellite R_p dans le domaine des fréquences (FDMA). La capacité totale du transmetteur est répartie également entre les stations. En d'autres termes, si R_d mégabit/s sont disponibles sur la liaison descendante, c'est-à-dire pour l'émission satellite, chaque station E_p transmettra $R_u = R_d/N$ mégabit/s. L'allocation de la ressource est en général statique c'est-à-dire qu'une station est autorisée à transmettre seulement sur une certaine fréquence qui lui est allouée.

[0039] Par exemple, la figure 8 illustre le cas d'un satellite présentant plusieurs répondeurs ayant une bande

passante de 33 MHz et qui sont affectés à l'émission de télévision numérique multiprogramme. Un des répondeurs R_p comporte six porteuses correspondant à six émetteurs E_p émettant sur une bande d'environ 5MHz et présentant chacun un débit R_u de 6 mégabits/s pour un débit d'information total de la liaison descendante RD = 36 mégabits/s.

[0040] La figure 9 représente un diagramme par bloc du module multiplexeur embarqué MMUX. Le signal à 12 GHz fourni par l'antenne de récepteur AR du satellite SAT est fourni à l'entrée d'un démultiplexeur d'entrée IMUX qui fait partie de l'architecture du satellite et qui est situé en amont du module multiplexeur MMUX proprement dit.

[0041] Le module multiplexeur MMUX comporte à son entrée un mélangeur d'entrée MEL1 qui reçoit à une entrée d'une part le signal de sortie du démultiplexeur d'entrée IMUX et à son autre entrée un signal fourni par un multiplieur MUL1 à partir d'une horloge de référence embarquée RH. En concordance avec l'exemple de la figure 8 le module multiplexeur a été représenté dans une configuration correspondant à six émetteurs terrestres. En conséquence, le signal de sortie du mélangeur MEL1 est introduit aux entrées respectives de six amplificateurs respectivement A1 à A6 dont la sortie alimente des filtres à ondes acoustiques ("SAW") de surface respectivement F1 à F6. De tels filtres présentent l'avantage d'être compacts, de faible poids et de présenter de très bonnes caractéristiques de réjection. Ces filtres sont ajustés de manière à correspondre aux six canaux représentés à la figure 8. Le signal de sortie des filtres F1 à F6 est ensuite introduit à l'entrée de convertisseurs analogique-numérique respectivement référencés CAN1 à CAN6 et cadencés par l'horloge de référence RH. Ces convertisseurs analogique-numérique réalisent une conversion à 8 bits à une fréquence d'échantillonnage qui est à peu près le double de la bande passante d'une porteuse soit 11 millions d'échantillons/seconde pour une bande passante de 5MHz. On remarquera que la conversion pourrait être également réalisée avec un convertisseur à 6 bits sans que la distorsion de quantification soit trop importante. La sortie des convertisseurs CAN1 à CAN6 est introduite à l'entrée des détecteurs de produit digital DP1 à DP6. Ces détecteurs réalisent la conversion des signaux respectifs dans le domaine complexe par transformée de Hilbert de manière bien connue dans le domaine du traitement numérique. Les signaux fournis par les détecteurs DP1 à DP6 sont introduits à l'entrée d'un circuit d'interpolation et de filtration respectivement NTP1 à NTP6. L'interpolation a pour objet de permettre un filtrage adapté et précis. Ce filtrage est effectué par un filtre FIR à réponse impulsionnelle finie c'est-à-dire un filtre numérique non récursif. L'interpolation et le filtrage adaptatif sont pilotés par le signal d'horloge délivré par l'horloge RH avec une multiplication de fréquence par 4 réalisée par le circuit multiplicateur MUL2. Les signaux fournis par les circuits MP1 à MP6 sont ensuite démodulés en bande de base par autant de démodulateurs respectivement DEM1 à DEM6 qui réalisent de manière connue la démodulation cohérente du signal modulé en phase à quatre états QPSK. Ils comportent des moyens pour recouvrir la phase digitale et la cadence. Les démodulateurs comportent avantageusement un détecteur de niveau de signal permettant de commander un filtre passe-bas pour réaliser une boucle de commande automatique du gain des amplificateurs A1 à A6 de manière à utiliser au mieux de leurs possibilités les convertisseurs analogique-numérique CAN1 à CAN6.

[0042] Des mémoires-tampon M1 à M6 sont interposées entre les démodulateurs DEM1 à DEM6 et le multiplexeur embarqué.

[0043] Le multiplexeur embarqué présente les fonctions suivantes :

- réaliser le multiplexage séquentiel des paquets fournis par les mémoires M1 à M6 ;
- insertion de paquets dits "de remplissage" en cas de mauvais fonctionnement d'une ou plusieurs liaisons ascendantes. Un drapeau spécialement prévu dans l'en-tête du paquet peut être mis en oeuvre pour alerter le récepteur au sol.

[0044] Le multiplexeur est cadencé à partir de l'horloge RH dont la fréquence est multipliée par un multiplicateur MUL3.

[0045] Les signaux de sortie du multiplexeur embarqué alimentent successivement :

- un circuit d'entrelacement INT qui réalise un entrelacement par convolution conformément au standard DTVB. La profondeur d'entrelacement est de 12 octets et sa structure correspond au mode de fonctionnement de Forney. Il nécessite une mémoire interne de 9000 bits ;
- un encodeur interne INENC qui réalise un encodage par convolution, également selon le standard DTVB. Sa structure est relativement simple ;
- un convertisseur numérique-analogique de type sigma-delta avec une cadence de conversion d'environ 26MHz ;
- un modulateur pour réaliser une modulation de phase QPSK à quatre états. Il comporte, en bande de base, deux filtres de mise en forme en cosinus et une conversion à une fréquence intermédiaire f_{IF} ;
- un mélangeur MEL2, auquel un circuit multiplexeur MEL5 forment un signal de 12GHz dérivé de l'horloge de référence RH

[0046] Le module multiplexeur MMUX peut être disposé :

- soit directement après un multiplexeur d'entrée IMUX comme représenté à la figure 9 et à la figure 10 (option 1). Dans ce cas, en cas de défaillance d'un amplificateur à tube à ondes progressives TW-

TA_p utilisé pour la réémission par l'antenne AE, le signal peut être envoyé à un autre amplificateur TWTA, mais il n'est pas possible d'effecteur une réallocation de fréquence puisque le module MMUX est lié à un multiplexeur d'entrée particulier IMUX ;

- soit après la matrice de commutation d'entrée MCE et avant l'amplificateur $CAMP_p$ qui alimente l'amplificateur de puissance $TWTA_p$ (option 2). Dans ce cas, une nouvelle allocation de fréquence est possible, grâce au réseau MCE qui peut affecter des signaux d'un multiplexeur d'entrée quelconque au module MMUX ;
- soit au niveau de la matrice MCE (option 3), ce qui permet à la fois une nouvelle allocation de fréquence et un changement d'amplificateur TWTA ; ceci nécessite par contre d'adapter la matrice MCE, par exemple en la dédoublant en une matrice MCE1 en amont du module MMUX, et une matrice MCE2 en aval du module MMUX.

[0047] On a représenté le cas d'un satellite SAT comportant un seul module MMUX. Bien entendu, il est possible qu'un ou plusieurs autres répondeurs du satellite soient affectés à une réception de ce type et que leur soit associé en conséquence un module multiplexeur MMUX.

Revendications

1. Système d'émission de télévision numérique multicanaux par satellite avec adaptation de canal, selon le standard DTVB comprenant une liaison ascendante pour envoyer des informations numériques à destination du satellite, ledit satellite présentant un réémetteur d'un multiplex d'émission, ladite liaison ascendante comportant une pluralité d'émetteurs individuels (E_1... E_4) dont chacun dispose d'un moyen pour émettre un signal d'émission multiplex à un premier débit correspondant à au moins un programme de télévision et le réémetteur du satellite (SAT) comportant un module multiplexeur embarqué (MMUX) disposant d'un moyen pour combiner lesdits signaux d'émission pour former ledit multiplex d'émission à un deuxième débit plus élevé que le premier débit, **caractérisé en ce qu'**au moins un émetteur individuel (E_1 ... E_4) comporte un multiplexeur d'au moins les signaux audio et vidéo d'au moins un programme de télévision et **en ce que** ledit émetteur individuel (E_1... E_4) comporte un générateur d'au moins un bloc d'adaptation de canal, selon le standard DTVB, qui est d'un premier type ne nécessitant pas d'échange d'informations entre des programmes différents.

2. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moins un dit émetteur individuel (E_1... E_4) est une station au sol.

3. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le signal d'émission multiplex est un signal analogique modulé pour le transport desdites informations numériques.

4. Système selon une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le signal multiplex comporte des paquets dont chacun transporte l'information d'un seul programme.

5. Système selon la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**un dit bloc d'adaptation du premier type est un bloc d'embrouillage.

6. Système selon une des revendications 1 ou 5, **caractérisé en ce qu'**un dit bloc d'adaptation du premier type est un bloc d'encodage externe.

7. Système selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'**au moins un émetteur individuel (E_1... E_4) comporte un dispositif de réception (REC) du multiplex d'émission fourni par le satellite et un dispositif d'extraction d'horloge à partir dudit multiplex d'émission, fournissant un signal d'horloge dudit émetteur individuel.

8. Système selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le module multiplexeur comporte successivement :

   1) une pluralité de branches en parallèle, dont chacune reçoit à son entrée un signal analogique démultiplexé par un démultiplexeur analogique, chaque branche en parallèle comprenant successivement :

      a) un filtre passe-bande (F_1... F_6)
      b) un convertisseur analogique-numérique (CAN1... DEM6),
      c) un démodulateur en bande de base (DEM1... DEM6),
      d) une mémoire-tampon (M1... M6) attaquant une entrée d'un multiplexeur embarqué.

   2) ledit multiplexeur embarqué,
   3) un convertisseur numérique-analogique (CNA),
   4) un modulateur du signal analogique (MOD) fourni par le convertisseur numérique-analogique (CNA),
   5) un mélangeur (MEL2) fournissant un signal d'émission satellite multiplexé.

9. Système selon la revendication 8, **caractérisé en ce que** le module multiplexeur (MMUX) comporte en aval du multiplexeur embarqué et en amont du convertisseur numérique analogique (CNA), un gé-

nérateur d'au moins un bloc d'adaptation de canal d'un deuxième type nécessitant un échange d'informations entre des programmes différents.

10. Système selon la revendication 9, **caractérisé en ce qu'**un dit bloc d'adaptation du deuxième type est un bloc d'entrelacement.

11. Système selon une des revendications 9 ou 10, **caractérisé en ce qu'**un dit bloc d'adaptation du deuxième type est un bloc d'encodage interne.

Claims

1. Multichannel digital satellite television transmission system with channel matching, according to the DTVB standard, comprising an uplink for sending digital information to the satellite, the said satellite having a transmission multiplex retransmitter, the said uplink comprising a plurality of individual transmitters (E_1 ... E_4), each of which has a means for transmitting a multiplex transmission signal at a first rate corresponding to at least one television programme and the retransmitter of the satellite (SAT) comprising an on-board multiplexer module (MMUX) having a means for combining the said transmission signals in order to form the said transmission multiplex at a second rate higher than the first rate, **characterised in that** at least one individual transmitter (E_1 ... E_4) comprises a multiplexer for at least the audio and visual signals of at least one television programme and **in that** the said individual transmitter (E_1 ... E_4) comprises a generator of at least one channel matching unit, according to the DTVB standard, which is a first type not requiring any information exchange between different programmes.

2. System according to Claim 1, **characterised in that** at least one said individual transmitter (E_1 ... E_4) is a ground station.

3. System according to Claim 1, **characterised in that** the multiplex transmission signal is an analogue signal modulated for transporting the said digital information.

4. System according to one of Claims 1 to 3, **characterised in that** the multiplex signal comprises packets, each of which transports the information of only one program.

5. System according to Claim 1, **characterised in that** a said matching unit of the first type is a scrambling unit.

6. System according to one of Claims 1 or 5, **characterised in that** a said matching unit of the first type is an external encoding unit.

7. System according to one of the preceding claims, **characterised in that** at least one individual transmitter (E_1 ... E_4) comprises a reception device (REC) of the transmission multiplex supplied by the satellite and a clock extraction device using the said transmission multiplex, supplying a clock signal of the said individual transmitter.

8. System according to one of the preceding claims, **characterised in that** the multiplexer module comprises successively:

1) a plurality of branches in parallel, each of which receives at its input an analogue signal demultiplexed by an analogue demultiplexer, each parallel branch comprising successively:

a) a band-pass filter (F_1 ... F_6),

b) an analogue to digital converter (CAN1 ... DEM6),

c) a base-band demodulator (DEM1 ... DEM6),

d) a buffer (M1 ... M6) driving an input of an on-board multiplexer;

2) the said on-board multiplexer,

3) a digital to analogue converter (CNA),

4) a modulator (MOD) for the analogue signal supplied by the digital to analogue converter (CNA),

5) a mixer (MEL2) supplying a multiplexed satellite transmission signal.

9. System according to Claim 8, **characterised in that** the multiplexer module (MMUX) comprises, downstream of the on-board multiplexer and upstream of the digital to analogue converter (CNA), a generator of at least one channel matching unit of a second type requiring an exchange of information between different programmes.

10. System according to Claim 9, **characterised in that** a said matching unit of the second type is an interleaving unit.

11. System according to one of Claims 9 or 10, **characterised in that** a said matching unit of the second type is an internal encoding unit.

Patentansprüche

1. System zur Mehrkanal-Satelliten-Ausstrahlung für digitales Fernsehen mit Kanalanpassung, welches gemäß dem Standard DTVB eine Uplink-Verbindung zum Absenden von digitalen Informationen mit Bestimmung zum Satelliten umfasst, wobei der Satellit einen Sender für eine Multiplexausstrahlung aufweist, die Uplink-Verbindung eine Vielzahl von Einzelsendern (E_1... E_4) umfasst, von denen jeder über ein Mittel zum Senden eines Multiplex-Ausstrahlungssignals mit einem Durchsatz entsprechend mindestens einem Fernsehprogramm verfügt, und der Sender des Satelliten (SAT) ein Eingangs-Multiplexermodul (MMUX) umfasst, das über ein Mittel zur Kombination der Ausstrahlungssignale verfügt, um die Multiplex-Ausstrahlung bei einem zweiten Durchsatz, der höher als der erste Durchsatz ist, zu bilden, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass mindestens ein Einzelsender (E_1... E_4) einen Multiplexer für mindestens die Audio- und die Videosignale mindestens eines Fernsehprogramms umfasst, und dass der Einzelsender (E_1... E_4) einen Generator für mindestens einen Kanalanpassungsblock gemäß dem Standard DTVB umfasst, welcher einer ersten Art ist, die keinen Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Programmen erfordert.

2. System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass mindestens einer der Einzelsender (E_1... E_4) eine Bodenstation ist.

3. System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass das Multiplex-Ausstrahlungssignal ein zur Übertragung der digitalen Informationen moduliertes analoges Signal ist.

4. System gemäß einem der Ansprüche 1-3, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass das Multiplex-Signal Pakete umfasst, von denen jedes die Information eines einzigen Programms überträgt.

5. System gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass der Anpassungsblock erster Art ein Scrambling-Block ist.

6. System gemäß einem der Ansprüche 1 oder 5, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass der Anpassungsblock erster Art ein externer Kodierungsblock ist.

7. System gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindestens ein Einzelsender (E_1... E_4) eine Empfangsvorrichtung (REC) für die durch den Satelliten bereitgestellte Multiplex-Ausstrahlung und eine Extraktionsvorrichtung für einen Takt aus der Multiplex-Ausstrahlung, welche ein Taktsignal des Einzelsenders bereitstellt, umfasst.

8. System gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Multiplexer-Modul nacheinander umfasst:

   1) eine Vielzahl von parallelen Zweigen, von denen jeder an seinem Eingang ein durch einen analogen Demultiplexer demultiplextes analoges Signal aufnimmt, wobei jeder Zweig nacheinander umfasst:

      a) ein Bandpassfilter (F_1... F_6),
      b) einen Analog-Digital-Wandler (CAN1... DEM6),
      c) einen Basisband-Demodulator (DEM1... DEM6),
      d) einen Speicherpuffer (M1... M6), der an einen Eingang eines Eingangsmultiplexers angreift,

   2) den Eingangsmultiplexer,
   3) einen Digital-Analog-Wandler (CNA),
   4) einen Modulator für das durch den Digital-Analog-Wandler (CNA) bereitgestellte analoge Signal,
   5) einen Mischer (MEL2), der ein Signal zur Multiplex-Satellitenausstrahlung bereitstellt.

9. System gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet,**
   dass das Multiplexermodul (MMUX) einen dem Eingangsmultiplexer nachgeschalteten und dem Digital-Analog-Wandler (CNA) vorgeschalteten Generator für mindestens einen Kanal-Anpassungsblock einer zweiten Art, die einen Austausch von Informationen zwischen verschiedenen Programmen erfordert, umfasst.

10. System gemäß Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Anpassungsblock der zweiten Art ein Interlace-Block ist.

11. System gemäß einem der Ansprüche 9 oder 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Anpassungsblock der zweiten Art ein interner Kodierungsblock ist.

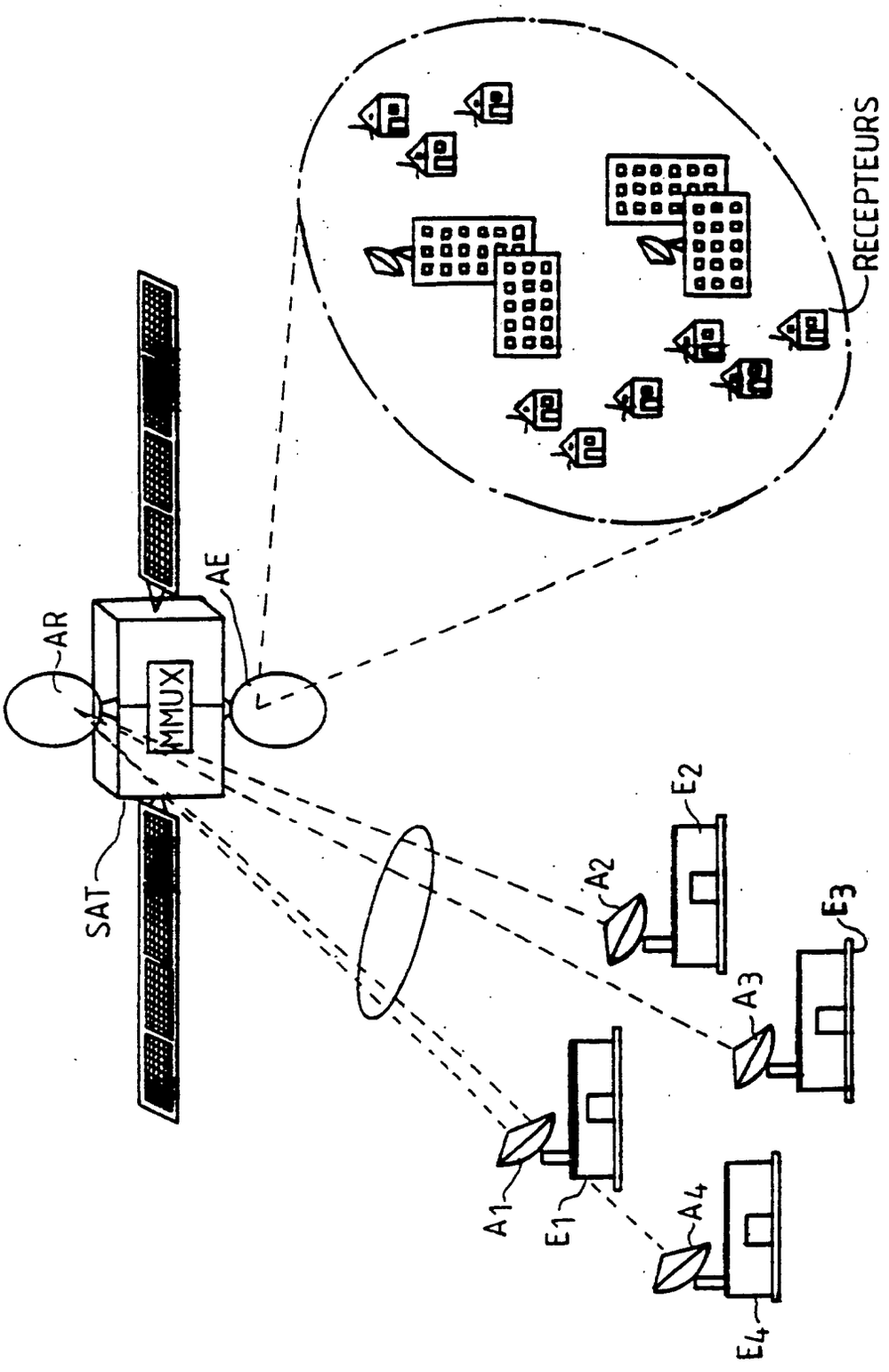


FIG.1

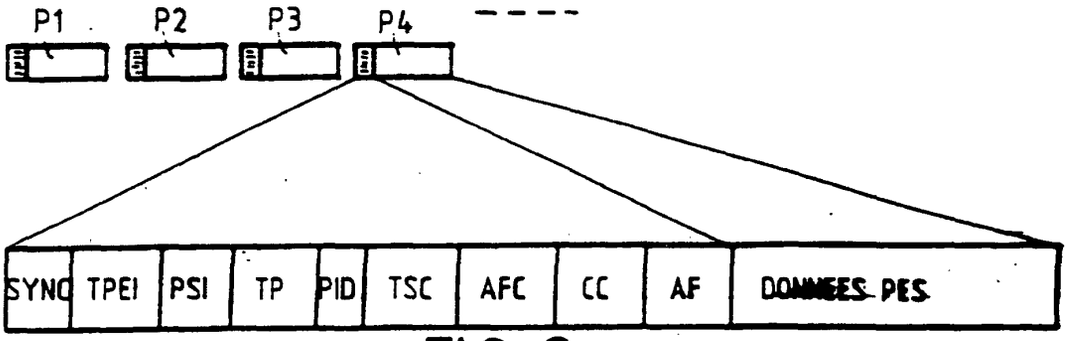


FIG.2

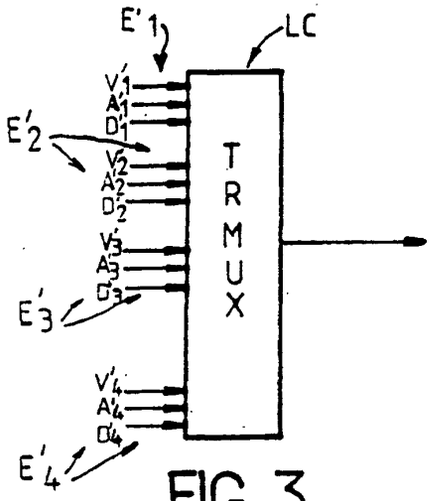


FIG.3

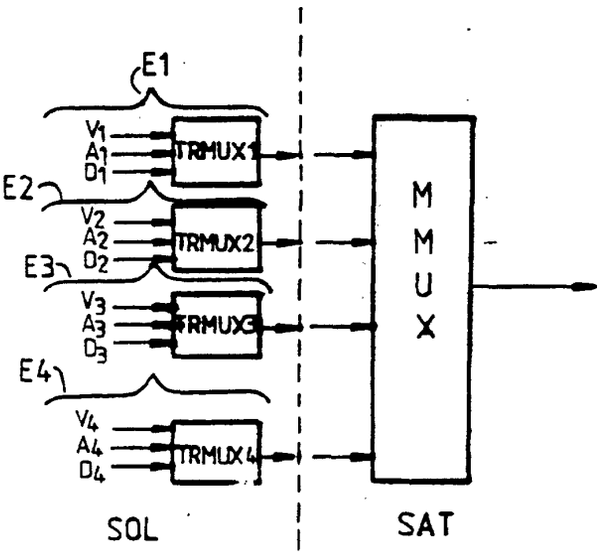


FIG.4



FIG.5

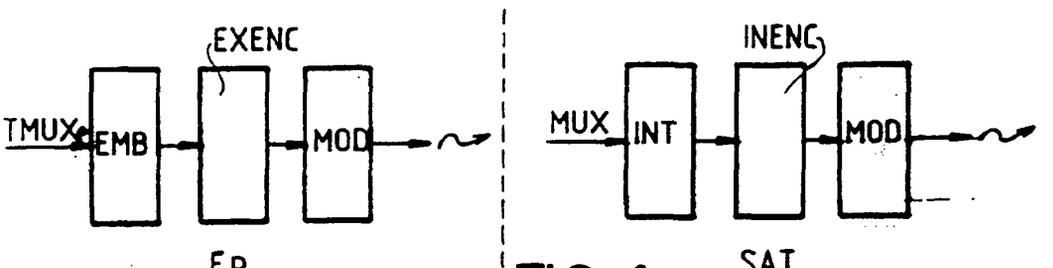


FIG.6

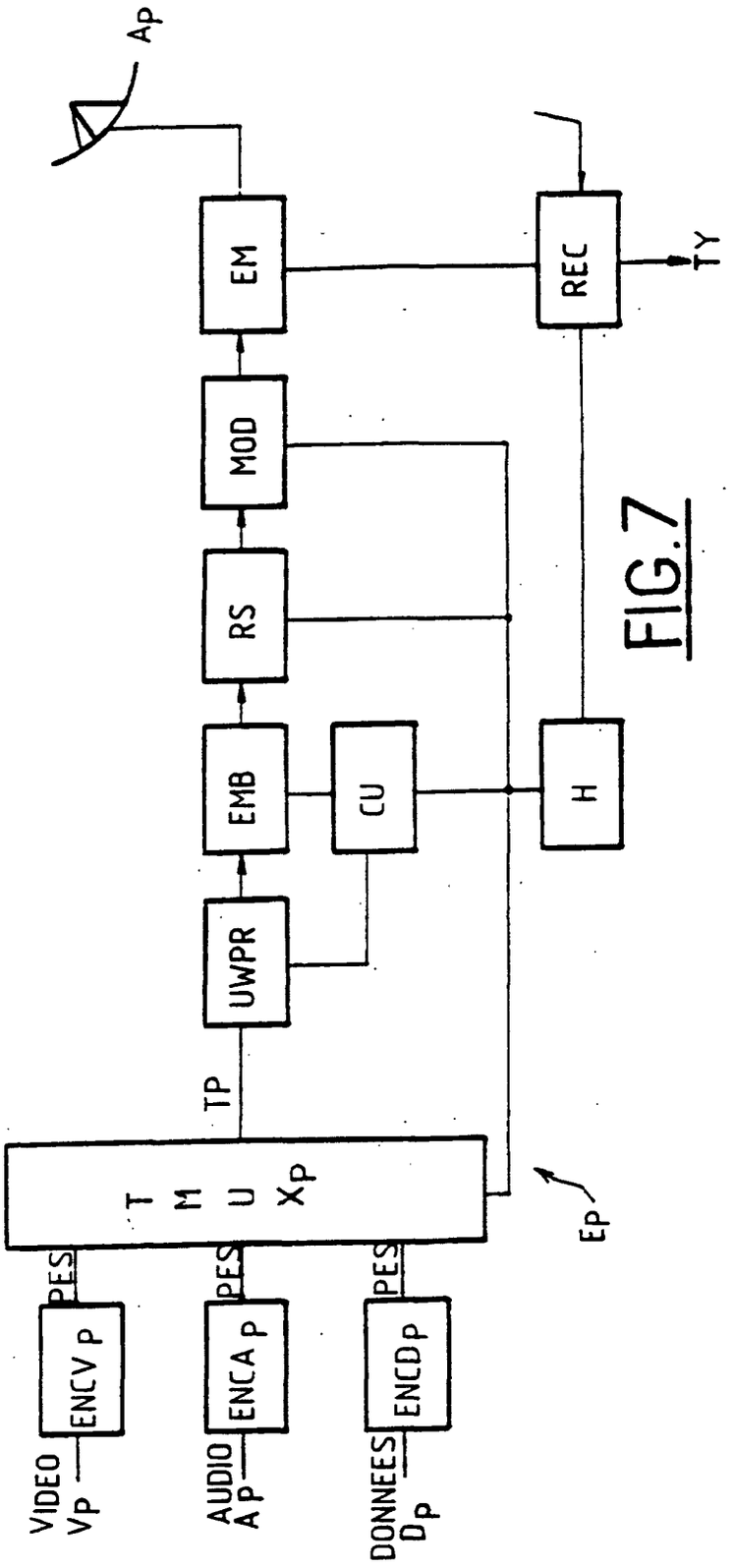

Ap
EM
MOD
RS
EMB
UWPR
TP
CU
H
REC
TY
TMU
Xp
Ep
PES
ENCV p
ENCA p
ENCD p
VIDEO
Vp
AUDIO
Ap
DONNEES
Dp

FIG.7

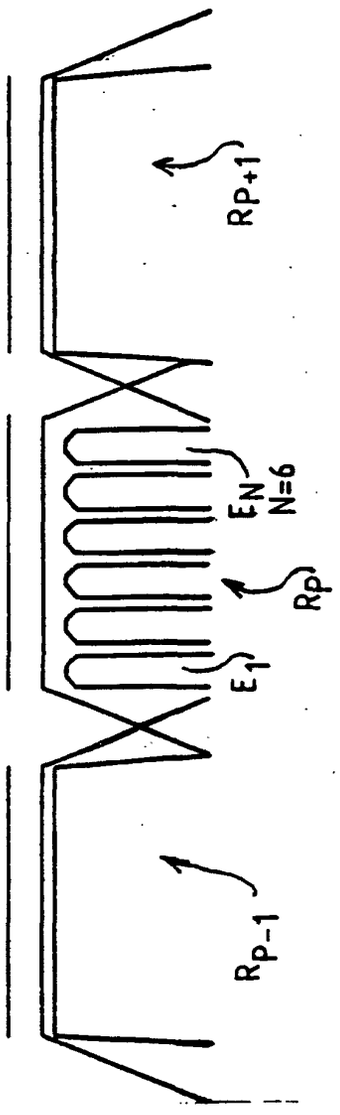

Rp+1
EN
N=6
Rp
E1
Rp-1

FIG.8

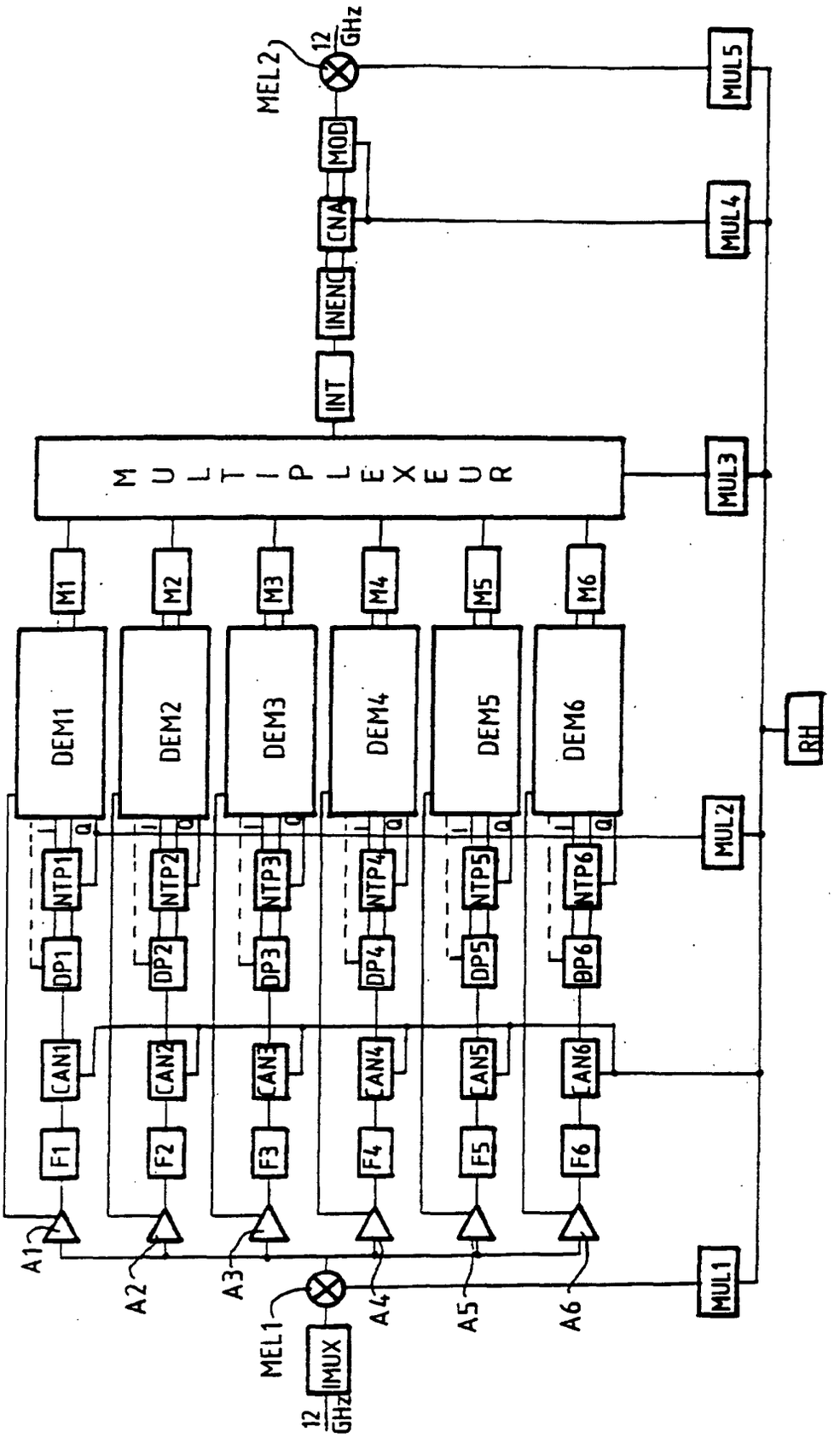

MEL2
12 GHz
MOD
CNA
INENC
INT
MULTIPLEXEUR
MUL5
MUL4
MUL3
MUL2
MUL1
RH
M1
M2
M3
M4
M5
M6
DEM1
DEM2
DEM3
DEM4
DEM5
DEM6
I
Q
NTP1
NTP2
NTP3
NTP4
NTP5
NTP6
DP1
DP2
DP3
DP4
DP5
BP6
CAN1
CAN2
CAN3
CAN4
CAN5
CAN6
F1
F2
F3
F4
F5
F6
A1
A2
A3
A4
A5
A6
MEL1
IMUX
12 GHz

FIG.9

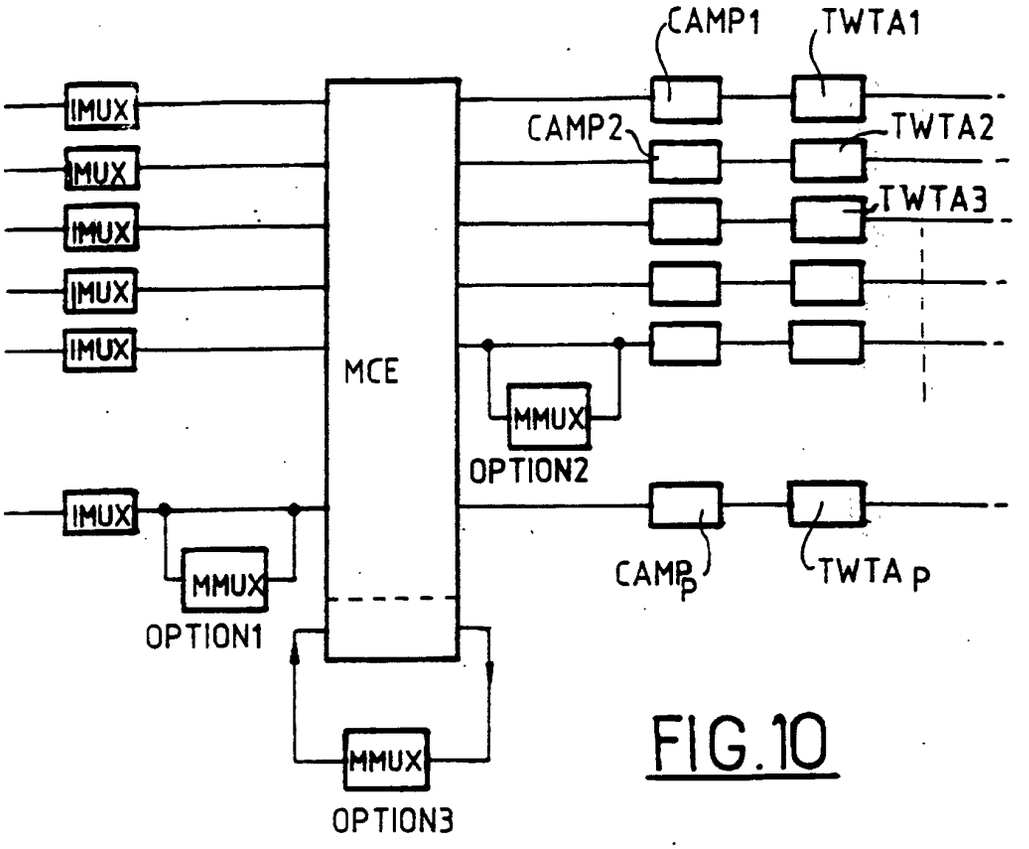

CAMP1
TWTA1
IMUX
IMUX
IMUX
IMUX
IMUX
CAMP2
TWTA2
TWTA3
MCE
MMUX
OPTION2
IMUX
MMUX
OPTION1
CAMP P
TWTA P
MMUX
OPTION3

FIG.10

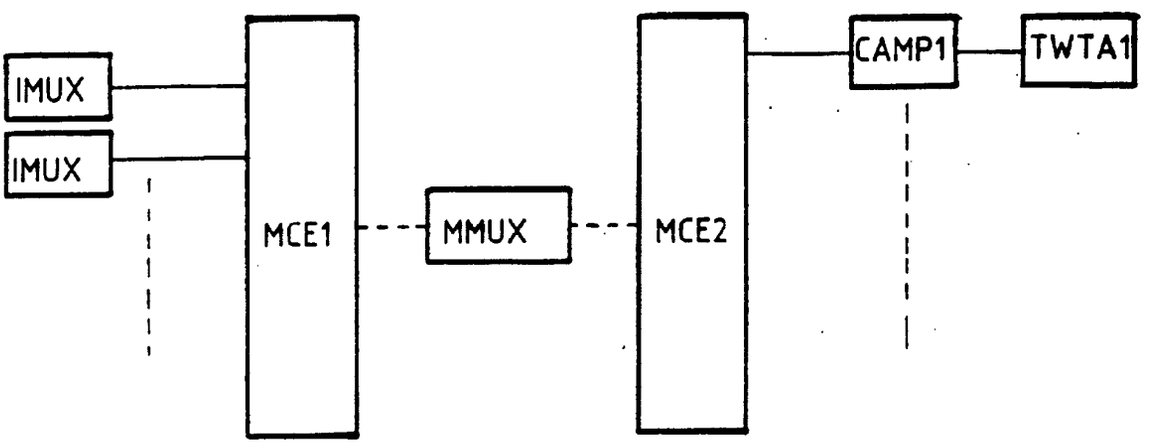

IMUX
IMUX
MCE1
MMUX
MCE2
CAMP1
TWTA1

FIG.11