



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
19.04.95 Bulletin 95/16

⑤① Int. Cl.⁶ : **H01P 1/213**

②① Numéro de dépôt : **91400530.1**

②② Date de dépôt : **27.02.91**

⑤④ **Dispositif de couplage à une antenne commune d'au moins deux appareils émetteurs et récepteurs.**

③⑩ Priorité : **28.02.90 FR 9002484**

④③ Date de publication de la demande :
04.09.91 Bulletin 91/36

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
19.04.95 Bulletin 95/16

⑧④ Etats contractants désignés :
DE GB

⑤⑥ Documents cités :
DE-B- 1 241 503
US-A- 4 206 464
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9, no. 47
(E-299)(1770) 27 février 1985, & JP-A-59 185408
(NIPPON DENKI K.K.) 22 octobre 1984,

⑤⑥ Documents cités :
COMMUTATION ET TRANSMISSION. vol. 5,
no. 3, septembre 1983, PARIS FR pages 69 -84;
J.L.DAMBLIN ET AL.: "FHD 2000:UNE NOU-
VELLE GENERATION DE FAISCEAUX HER-
TZIENS NUMERIQUES A FAIBLE
CONSUMMATION"
PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 11, no.
65 (E-484)(2512) 27 février 1987, & JP-A-61
224501 (NEC CORP.) 06 octobre 1986,

⑦③ Titulaire : **DASSAULT AVIATION**
9 Rond-Point des Champs Elysées
F-75008 Paris (FR)

⑦② Inventeur : **Renaud, Laurent**
24 rue des Lilas
F-92500 Rueil Malmaison (FR)

⑦④ Mandataire : **Colas, Jean-Pierre et al**
Cabinet de Boisse
37, avenue Franklin D. Roosevelt
F-75008 Paris (FR)

EP 0 445 028 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 un dispositif de couplage à une antenne commune d'au moins deux appareils émetteurs et /ou récepteurs de signaux hyperfréquences fonctionnant dans une même gamme de fréquences mais ayant des bandes utiles disjointes.

Sur un avion moderne, notamment de combat, l'existence de nombreux appareils générant et recevant des rayonnements électromagnétiques entraîne la présence d'un nombre très important d'antennes.

Selon le type de diagramme de rayonnement recherché, l'emplacement des antennes doit être optimisé afin de satisfaire à des critères de directivité donnés. D'autre part, la présence de plusieurs antennes émettant ou recevant dans la même gamme ou bande de fréquences peut donner lieu à des couplages indésirables entre les différents appareils. Ces couplages dépendent fortement des positions respectives des antennes sur l'avion ainsi que des formes de l'avion.

C'est ainsi qu'un grand nombre d'avions sont équipés, d'une part de répondeurs d'identification (par exemple IFF : Identification Friend and Foe ; ATC : Air Traffic Control) d'autre part d'équipements réunissant des fonctions de télécommunication (transmission de données avec des avions, des navires, des systèmes au sol, etc...; par exemple MIDS : Multifunctional Information Distribution System), et des fonctions de mesure de distance (DME : Distance Measurement Equipment) ou de distance et de gisement (TACAN : Tactical Aid to Navigation) par rapport à une balise située au sol. Les diagrammes de rayonnement de ces deux appareils doivent être omnidirectionnels, ce qui conduit, compte tenu du fait que les fréquences sont dans la même gamme ou bande (bande L), aux mêmes emplacements optimaux pour les antennes. En outre, chacun de ces deux appareils doit être couplé à une antenne haute et à une antenne basse, ce qui donne un total de quatre antennes sur les avions existants.

Dans ces conditions, il convient d'envisager le couplage des deux appareils à la même antenne haute et la même antenne basse, ce qui permettrait de diminuer par deux le nombre d'antennes et se traduirait par des réductions sur :

- la masse globale des deux équipements ;
- les temps d'études nécessaires pour l'implantation des antennes qui est souvent très délicate en raison du peu de place disponible dans les cellules des avions ;
- les temps d'essais nécessaires pour assurer la compatibilité électromagnétique entre les deux appareils et optimiser les diagrammes de rayonnement des antennes ;
- le coût d'étude et le coût matériel des deux équipements (appareils + antennes) ; et

- la signature électromagnétique radar de l'avion.

Par ailleurs, un tel dispositif de couplage devra garantir un minimum d'interaction entre les deux appareils, améliorer ou au moins conserver les performances obtenues avec deux dispositifs rayonnants séparés, présenter un minimum de poids et offrir un degré de fiabilité très élevé.

Le document JP-A-59 185 408 décrit un dispositif de couplage à une antenne commune de plusieurs appareils émetteurs et récepteurs de signaux hyperfréquences fonctionnant dans une même gamme de fréquences mais ayant des bandes utiles disjointes.

Selon ce dispositif, chaque appareil émetteur/récepteur est couplé à un circulateur par l'intermédiaire de deux filtres passe-bande en parallèle connectés respectivement aux voies émission et réception de l'appareil. Les différents circulateurs associés aux appareils respectifs sont connectés en série à un circulateur commun de couplage à l'antenne commune.

Toutefois, un tel dispositif a pour inconvénient d'introduire dans chaque voie une atténuation du signal qui dépend du rang de l'appareil considéré et qui est différente suivant qu'il s'agit d'une voie d'émission ou de réception.

L'invention, telle qu'elle est définie dans la revendication 1, permet d'atteindre les buts visés, tout en s'affranchissant des inconvénients présentés par le dispositif du document JP-A-59 185 408 grâce au fait que l'atténuation dans chaque voie d'émission et de réception ne dépend que du nombre total de voies.

Selon une caractéristique de l'invention, l'émetteur et le récepteur du premier appareil ont des bandes utiles disjointes.

Selon encore une autre caractéristique, ledit circuit comprend au moins un troisième circulateur ayant une première borne destinée à être connectée à l'émetteur et/ou au récepteur de l'un des appareils, une deuxième borne connectée à la voie de connexion dudit émetteur à l'antenne et une troisième borne connectée à la voie de connexion dudit récepteur à l'antenne. Le circuit peut être complété par un quatrième circulateur connecté de manière similaire au troisième circulateur entre l'autre appareil et les deux autres voies de connexion respectivement.

Plusieurs circuits à quatre voies peuvent être connectés en cascade pour le couplage à une même antenne de plusieurs appareils émetteurs et/ou récepteurs fonctionnant dans une même gamme hyperfréquence mais ayant des bandes utiles disjointes : les premier et quatrième filtres de chaque circuit ont alors une largeur de bande englobant les bandes utiles de l'ensemble des émetteurs connectés à la première voie de ce circuit, et lesdits deuxième et troisième filtres de ce même circuit ont une largeur de bande englobant les bandes utiles de l'ensemble des récepteurs connectés à la deuxième voie de ce circuit.

Dans le cas d'un tel montage en cascade, chaque

circuit est connecté au circuit suivant côté antenne par l'intermédiaire de l'un des troisième et quatrième circulateurs précités.

S'il est nécessaire de coupler à au moins une antenne commune plusieurs groupes d'appareils émetteurs et/ou récepteurs fonctionnant chacun dans une gamme hyperfréquence distincte de celle des autres groupes d'appareils, chaque groupe d'appareils peut être couplé directement à l'antenne par au moins un circuit à quatre voies.

Suivant les caractéristiques des appareils émetteurs et/ou récepteurs en présence, il est ainsi possible d'assembler des circuits à quatre voies suivant l'invention en "série" et/ou en "parallèle" au sens électrique du terme afin de constituer des dispositifs de couplage complexes.

Enfin, suivant une caractéristique de l'invention, un isolateur adaptateur d'impédance est de préférence connecté entre chaque filtre et chaque circulateur adjacent.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre de plusieurs modes de réalisation donnés uniquement à titre d'exemples et illustrés par les dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est un schéma d'un dispositif suivant une première forme de réalisation pour le couplage à une antenne commune de deux appareils émetteurs et récepteurs.

La figure 2 est un schéma d'une première variante de réalisation du dispositif de la figure 1.

La figure 3 est une vue du dispositif de couplage de la figure 2 équipé en outre d'isolateurs.

La figure 4 est un schéma d'un dispositif à deux circuits élémentaires connectés en série pour assurer le couplage de trois appareils émetteurs/récepteurs à une antenne commune.

La figure 5 est un schéma d'un dispositif à deux circuits élémentaires connectés en parallèle pour le couplage de deux paires d'appareils émetteurs et récepteurs à une antenne commune.

La figure 6 est un schéma d'un dispositif à deux circuits élémentaires identiques pour le couplage de deux appareils émetteurs/récepteurs à deux antennes communes.

En se reportant à la figure 1, deux appareils A et B émetteurs/récepteurs sont couplés à une antenne H par l'intermédiaire d'un circuit de couplage M à quatre voies. Le circuit M comprend quatre filtres passifs F_1 , F_2 , F_3 , F_4 et deux circulateurs C_1 et C_2 connectés à l'antenne H par l'intermédiaire d'un coupleur K.

On rappellera qu'un circulateur idéal est un circuit à trois bornes dans lequel les signaux sont transmis dans un sens entre deux bornes adjacentes, mais pas dans le sens inverse. Ainsi, si l'on considère les bornes 1, 2 et 3 des circulateurs C_1 et C_2 de la figure 1, les signaux passent directement de la borne 1 à la borne 2, de la borne 2 à la borne 3, et de la borne 3

à la borne 1. Par contre, la transmission est négligeable en sens inverse, à savoir de 1 vers 3, de 3 vers 2, et de 2 vers 1. Sur les figures, le sens de transmission des circulateurs est indiqué par une flèche.

L'émetteur E_A de l'appareil A est couplé à l'antenne H par une première voie comprenant le filtre passif F_1 et la liaison entre les bornes 3 et 1 du circulateur C_1 . Le filtre F_1 est un filtre passe-bande centré sur le milieu f_{EA} de la bande utile de l'émetteur E_A .

Le récepteur R_A de l'appareil A est couplé à l'antenne H par une deuxième voie comprenant le filtre passif F_2 et la liaison entre les bornes 1 et 2 du deuxième circulateur C_2 . Le filtre F_2 est un filtre passe-bande centré sur le milieu f_{RA} de la bande utile du récepteur R_A .

L'émetteur E_B du deuxième appareil B est couplé à l'antenne H par une troisième voie comprenant le filtre passif F_3 et la liaison entre les bornes 3 et 1 du deuxième circulateur C_2 . Le filtre passif F_3 est un filtre réjeteur de bande centré sur le milieu f_{RA} de la bande utile du récepteur R_A du premier appareil A.

Enfin, le récepteur R_B de l'appareil B est couplé à l'antenne H par une quatrième voie comprenant le filtre passif F_4 et la liaison entre les bornes 1 et 2 du premier circulateur C_1 . Le filtre F_4 est un filtre réjeteur de bande centré sur le milieu f_{EA} de la bande utile de l'émetteur E_A de l'appareil A.

En fonctionnement, les signaux produits par l'émetteur E_A sont transmis à l'antenne H avec un affaiblissement négligeable par l'intermédiaire du filtre F_1 qui atténue les composantes de ces signaux situés hors de la bande utile de l'émetteur, de la liaison entre les bornes 3 et 1 du circulateur C_1 et du coupleur K. Le récepteur R_B de l'appareil B est protégé contre les signaux produits par l'émetteur E_A , d'une part par le circulateur C_1 qui introduit une atténuation de l'ordre de - 20 dB entre les bornes 3 et 2, d'autre part par le filtre réjeteur de bande F_4 centré précisément sur le milieu de la bande utile de l'émetteur E_A . Les signaux provenant de l'émetteur E_A sont également transmis vers le récepteur R_A par l'intermédiaire du coupleur K et de la liaison passante entre les bornes 1 et 2 du circulateur C_2 . Toutefois, ces signaux sont fortement atténués par le filtre passe-bande F_2 centré sur le milieu de la bande utile du récepteur R_A , qui est disjointe de la bande utile de l'émetteur E_A . Enfin, l'émetteur E_B qui nécessite une protection moindre, est néanmoins protégé des signaux en provenance de l'émetteur E_A par l'atténuation de l'ordre de - 20 dB apportée par la liaison inverse entre les bornes 1 et 3 du circulateur C_2 .

Lorsque l'antenne H capte des signaux de fréquences situées dans la bande utile du récepteur R_A , ils sont transmis à ce dernier avec un affaiblissement négligeable via le coupleur K, le circulateur C_2 et le filtre passif F_2 . Le niveau d'énergie relativement faible des signaux ainsi reçus n'est pas susceptible d'affecter les émetteurs E_A et E_B qui, en outre, sont protégés

par le circulateur C_1 et le filtre passe-bande F_1 pour le premier et par le circulateur C_2 pour le second. Le récepteur R_B reçoit par contre ces signaux avec un affaiblissement négligeable par l'intermédiaire du coupleur K, du circulateur C_1 et du filtre F_4 , mais par définition le récepteur R_B n'est pas accordé sur la fréquence de réception du récepteur R_A et ce couplage n'est donc pas gênant.

Quand l'émetteur E_B émet, il le fait dans une ou des bandes de fréquences qui sont disjointes des bandes utiles de l'émetteur E_A et du récepteur R_A . En tout état de cause, le filtre réjecteur de bande F_3 atténue fortement les composantes de ces signaux qui sont situées dans la bande utile du récepteur R_A . Les signaux situés dans la ou les bandes utiles de l'émetteur E_B sont donc transmis avec une atténuation négligeable à l'antenne H par l'intermédiaire des filtres F_3 , du circulateur C_2 et du coupleur K. Le récepteur R_A est protégé contre cette émission par les atténuations apportées par le filtre F_3 dans sa bande utile et par la liaison 3-2 du circulateur C_2 . L'émetteur E_A ne nécessite pas une protection particulière vis-à-vis des émissions de l'émetteur E_B puisque, comme indiqué précédemment, l'émetteur E_B n'émet pas dans sa bande utile et que, s'il existe néanmoins des composantes des signaux émis situées dans cette bande, elles seront d'un niveau d'énergie relativement faible et seront atténuées par la liaison 1-3 du circulateur C_1 . Enfin, il n'existe pas de protection particulière du récepteur R_B vis-à-vis des émissions de l'émetteur E_B car l'appareil B est supposé être du type simplex, de sorte qu'il ne peut émettre et recevoir simultanément des signaux.

Enfin, quand l'antenne H capte des signaux de fréquences situées dans la bande utile du récepteur R_B , ils sont transmis à ce dernier avec un affaiblissement négligeable par l'intermédiaire du coupleur K, du circulateur C_1 et du filtre F_4 . La présence de ce dernier n'affecte pas la réception des signaux par le récepteur R_B puisqu'il a été vu précédemment que la ou les bandes utiles de ce dernier sont disjointes de la bande utile de l'émetteur E_A sur le milieu de laquelle est centré le filtre réjecteur F_4 . Les signaux reçus par l'antenne H dans la ou les bandes utiles du récepteur R_B ne sont pas susceptibles d'affecter les émetteurs E_A et E_B . Ces signaux de faible niveau sont en outre atténués par la liaison inverse 1-3 des circulateurs C_1 et C_2 . Enfin, le récepteur R_A est protégé de ces signaux reçus, d'une part par le filtre F_2 qui ne laisse passer que la bande utile de ce récepteur, d'autre part par le fait que le récepteur R_A n'est pas accordé sur la ou les fréquences de réception du récepteur R_B .

Le circuit M qui vient d'être décrit permet donc de coupler à une même antenne deux appareils A et B émetteurs et/ou récepteurs de signaux hyperfréquences fonctionnant dans une même gamme de fréquences mais ayant des bandes utiles disjointes. L'un

des appareils, B, doit être simplex car le récepteur R_B n'est pas protégé vis-à-vis des émissions de l'émetteur E_B . L'autre appareil A peut être duplex comme décrit en regard de la figure 1, les fréquences d'émission et de réception étant alors distinctes. En variante, l'appareil A peut être simplex et, dans ce cas, les fréquences d'émission et de réception peuvent être, soit distinctes, soit identiques. Dans cette seconde hypothèse, tous les filtres F_1 à F_4 sont centrés sur le milieu de la bande utile de l'émetteur et du récepteur de l'appareil A.

Le schéma de la figure 2 illustre une variante de réalisation dans laquelle le circuit M est complété par un troisième circulateur C_3 et un quatrième circulateur C_4 . Le circulateur C_3 présente une première borne de connexion à l'appareil A, une deuxième borne connectée au filtre F_1 et une troisième borne connectée au filtre F_2 . De même, le circulateur C_4 présente une première borne de connexion à l'appareil B, une deuxième borne connectée au filtre F_3 et une troisième borne connectée au filtre F_4 . Pour le reste, le circuit M de la figure 2 est absolument identique à celui de la figure 1.

Cette variante de réalisation est adaptée au cas où les appareils A et B disposent d'entrées/sorties d'émission-réception multiplexées, c'est-à-dire qu'ils ne disposent que d'une seule liaison coaxiale par antenne pour assurer les fonctions d'émission et de réception. Les circulateurs C_3 et C_4 permettent d'assurer alors la séparation entre les voies d'émission et de réception. En effet, chacun des circulateurs C_3 et C_4 assure la transmission des signaux de l'émetteur vers la voie d'émission correspondante par l'intermédiaire de la liaison entre les bornes 1 et 2, et de la voie de réception vers le récepteur correspondant par l'intermédiaire de la liaison entre les bornes 3 et 1.

Dans cette forme de réalisation, l'appareil B peut être également duplex : il suffit de prévoir un filtre duplexeur classique (non représenté) entre l'appareil émetteur-récepteur et le dispositif (non représenté) de couplage à la borne 1 du circulateur C_4 .

Cette seconde forme de réalisation est également appropriée au montage en cascade ou "série" de plusieurs circuits M comme cela sera expliqué dans la suite.

De préférence, comme représenté sur la figure 3, des isolateurs hyperfréquences I peuvent être connectés entre chacun des filtres F_1 , F_2 , F_3 , F_4 et le circulateur adjacent C_1 , C_2 , C_3 , C_4 . Ces isolateurs I peuvent être constitués chacun d'un circulateur connecté dans le sens voulu par deux de ses bornes entre un filtre et un circulateur adjacent et dont la troisième borne est connectée à une charge de dissipation d'énergie hyperfréquence.

Il apparaît en effet une perte significative de l'efficacité des composants hyperfréquences lorsque plusieurs d'entre eux sont mis en série, la performance globale étant nettement inférieure, voire totale-

ment différente de celle espérée. Cette dégradation est due au fait que si l'on maîtrise assez bien l'impédance d'un filtre dans sa bande passante (généralement de l'ordre de 50 ohms), l'impédance hors de cette bande varie de façon assez incontrôlable. Il convient donc de maintenir, vue de l'extérieur (à savoir les équipements et/ou composants situés en amont et en aval des filtres) l'impédance "vue" la plus proche possible de l'impédance caractéristique pour laquelle ces équipements et/ou composants ont été conçus.

Les isolateurs hyperfréquences I de la figure 3, même s'ils augmentent légèrement les pertes de transmission et rendent les filtres F_1 à F_4 directifs, permettent :

- de protéger les composants situés en aval de chaque filtre (dans le sens de la transmission) contre les variations d'impédance d'entrée du filtre ;
- de protéger la sortie du filtre contre les variations d'impédance des composants situés en amont (dans le sens de la transmission).

Suivant les performances exigées du circuit M, celui-ci pourra comporter la totalité des isolateurs représentés à la figure 3 ou seulement une partie de ceux-ci.

A titre d'exemple, le circuit M qui vient d'être décrit permet de coupler à une antenne commune d'un avion un répondeur d'identification (IFF, ATC) et un équipement de transmission de données et/ou de mesure de distance et éventuellement de gisement par rapport à une balise au sol (MIDS, TACAN, DME). En pratique, chacun de ces deux appareils est couplé sur un avion à une antenne haute et une antenne basse, mais pour la simplicité de la description une seule antenne sera considérée, étant entendu que deux circuits identiques permettent le couplage des deux appareils à deux antennes communes comme cela sera décrit à propos de la figure 6.

Le répondeur IFF, ATC (appareil A) peut être modélisé par un générateur à 1030 MHz de puissance 57 dBm (décibels/milliwatt) excitant l'antenne et par un récepteur à 1090 MHz de sensibilité - 74 dBm excité par l'antenne.

L'ensemble MIDS, TACAN, DME (appareil B) peut être modélisé par un générateur de puissance 53 dBm excitant l'antenne et un récepteur de sensibilité - 60 dBm excité par l'antenne, cet émetteur (E_B) et ce récepteur (R_B) fonctionnant dans plusieurs bandes utiles situées dans la même gamme hyperfréquence (bande L) que le répondeur IFF, ATC, à l'exclusion des bandes centrées à 1030 et 1090 MHz.

Dans ces conditions, les filtres F_1 et F_4 sont centrés sur 1090 MHz et les filtres F_2 et F_3 sur 1030 MHz.

La compatibilité entre l'émetteur MIDS, TACAN, DME (E_B) et le récepteur du répondeur (R_A) pose les problèmes suivants : en pratique, l'émission du MIDS, TACAN, DME dans la bande de réception du

répondeur IFF, ATC est au minimum de - 42 dBm/KHz, soit de - 10 dBm pour 1,5 MHz. La sensibilité du récepteur (R_A) du répondeur IFF, ATC est de - 74 dBm dans une bande de largeur 1,5 MMz. La puissance nécessaire à la destruction du répondeur IFF, ATC étant de 30 dBm, il apparaît qu'il n'est pas nécessaire de protéger ce dernier contre une destruction par l'émetteur E_B de l'équipement MIDS, TACAN, DME.

Par contre, il convient d'assurer un découplage minimum de - 64 dBm entre l'émetteur (E_B) MIDS, TACAN, DME et le récepteur (R_A) IFF, ATC : ce découplage est assuré par le filtre réjecteur de bande F_4 centré à 1030 MHz et le circulateur C_2 qui, ensemble, assurent un affaiblissement de l'ordre de 80 dBm dans une bande de 1,5 MHz centrée à 1030 MHz.

Compatibilité entre l'émetteur IFF, ATC (E_A) et le récepteur MIDS, TACAN, DME (R_B) : en pratique, la puissance des émissions du répondeur IFF, ATC dans les bandes allouées à l'équipement MIDS, TACAN, DME est de - 3 dBm. La sensibilité du récepteur MIDS, TACAN, DME (R_B) pouvant être évaluée approximativement à - 60 dBm, le découplage entre l'émetteur (E_A) IFF, ATC et le récepteur (R_B) MIDS, TACAN, DME est assurée par le circulateur C_1 (- 20 dBm) et le filtre réjecteur de bande F_4 centré à 1090 MHz (- 50 dBm) soit un affaiblissement total de - 70 dBm dans la bande utile de l'émetteur IFF, ATC (E_A).

Les découplages précités peuvent être obtenus au moyen de filtres hyperfréquences et de circulateurs usuels, par exemple des filtres de technologie interdigitée de la Société FILTRONIC et des circulateurs TDK de type CU10NA centrés à 1000 MHz et ayant une largeur de bande d'environ 6% par rapport à la fréquence centrale.

Le circuit de couplage M qui a été décrit peut être utilisé pour coupler à une même antenne H plus de deux appareils émetteurs et/ou récepteurs.

C'est ainsi que la figure 4 illustre le couplage de trois appareils A, B et C à une même antenne H au moyen de deux circuits M_1 et M_2 montés en cascade ou "série". Les circuits M_1 et M_2 sont identiques au circuit M de la figure 2 et, de même que pour les dispositifs des figures 5 et 6 qui seront décrits ci-après, ils peuvent être équipés des isolateurs I décrits à propos de la figure 3, ceux-ci n'ayant pas été représentés sur les figures 4 à 6 dans un but de clarté.

Le dispositif de couplage de la figure 4 est utilisable dans le cas où les émetteurs et récepteurs des appareils A, B et C fonctionnent dans une même gamme hyperfréquence mais ont des bandes utiles disjointes. En outre, le montage de la figure 4 suppose que l'appareil C n'émet ni ne reçoit à des fréquences comprises entre les bandes utiles des émetteurs E_A et E_B et entre les bandes utiles des récepteurs R_A et R_B .

Les filtres du circuit M_2 ont des caractéristiques fonctions des appareils A et B comme décrit à propos

des figures 1 à 3 et les mêmes références affectées de l'indice 2 ont été utilisées pour désigner les mêmes composants. Les circulateurs C_{12} et C_{22} du circuit M_2 sont couplés au circulateur C_{31} du circuit M_1 par l'intermédiaire du coupleur K_2 . Vu depuis le circuit M_1 , le circuit M_2 apparaît comme la réunion d'un émetteur ayant une bande utile englobant les bandes utiles des émetteurs E_A et E_B et d'un récepteur ayant une bande utile englobant les bandes utiles des récepteurs R_A et R_B . Les filtres passe-bande F_{11} et F_{21} et les filtres réjecteurs de bandes F_{31} et F_{41} ont donc des caractéristiques (fréquence centrale, largeur de bande) qui sont fonctions des bandes globales en émission et en réception du circuit M_2 .

Bien entendu, le schéma de la figure 4 n'est qu'un exemple parmi d'autres des nombreuses possibilités de montage en cascade de plusieurs circuits M . Il est à noter qu'en bout de chaîne, c'est-à-dire côté des appareils A et B, la présence des troisième et quatrième circulateurs C_{32} et C_{42} n'est nécessaire que si les entrées/sorties d'émission et réception des appareils A et B sont multiplexées. Dans le cas contraire, le circuit M_2 peut revêtir la forme du circuit M de la figure 1. Par ailleurs, si l'appareil C est susceptible d'émettre et/ou de recevoir à des fréquences comprises entre les bandes utiles des émetteurs E_A et E_B et/ou entre les bandes utiles des récepteurs R_A et R_B , il est possible de recourir à un autre type de montage consistant à connecter l'un des appareils A ou B au circulateur C_{31} et à accoupler l'appareil C et l'autre appareil A ou B à l'autre circulateur C_{41} du circuit M_1 par l'intermédiaire d'un second circuit M_2 .

En résumé, le caractère modulaire du circuit M suivant l'invention permet de réaliser un grand nombre de configurations fonctions des caractéristiques en émission et en réception des différents appareils, la principale limitation à la multiplication du nombre d'appareils couplés à une même antenne tenant aux affaiblissements introduits sur les signaux transmis par la mise en cascade de plusieurs circuits et à la nécessité de disposer d'appareils émetteurs et/ou récepteurs dont les bandes utiles sont disjointes de celles des autres appareils émetteurs et/ou récepteurs.

Comme représenté à la figure 5, il est également possible de coupler en parallèle à une même antenne plusieurs groupes d'appareils émetteurs et/ou récepteurs dont chacun fonctionne dans une gamme hyperfréquence distincte de celle des autres groupes d'appareils. C'est ainsi que les appareils A et B couplés à l'antenne H par le circuit M_3 fonctionnent dans une première gamme de fréquences et que les circuits C et D couplés à l'antenne H par le circuit M_4 fonctionnent dans une seconde gamme de fréquences distincte de la première. Un coupleur commun K_5 permet de coupler à l'antenne H les coupleurs K_3 et K_4 des circuits M_3 et M_4 respectivement.

Bien entendu, ce montage en parallèle peut être étendu à plus de deux groupes d'appareils et il peut

être combiné avec le montage en cascade décrit à propos de la figure 4 lorsqu'un groupe comporte plus de deux appareils fonctionnant dans une même gamme de fréquences.

Si nécessaire, un découplage supplémentaire peut être apporté entre les différents groupes d'appareils au moyen de filtres passe-bande à larges bandes connectés entre le coupleur K_5 et chacun des coupleurs K_3 , K_4 des circuits M_3 , M_4 adjacents.

La figure 6 illustre le couplage de deux appareils émetteurs et récepteurs A et B à deux antennes communes H_H et H_B . Le couplage avec l'antenne H_H est assuré par un circuit M_H et celui avec l'antenne H_B par un circuit M_B . Ces circuits ont la même configuration que celui de la figure 2 mais, bien entendu, ils peuvent être du type représenté à la figure 1 si les entrées/sorties d'émission et réception des appareils A et B ne sont pas multiplexées. Si les caractéristiques d'émission et de réception vers et à partir de chacune des deux antennes H_H et H_B sont identiques, les circuits M_H et M_B sont également identiques.

Il ressort de ce qui précède que le dispositif de couplage suivant l'invention offre une solution particulièrement avantageuse pour coupler sur un avion plusieurs appareils émetteurs et/ou récepteurs à une même antenne. Comme cela a été exposé, il en résulte en effet des réductions de masse, de coût (matériel, études, essais) et de temps d'études et d'essais. La signature électromagnétique radar de l'avion peut s'en trouver réduite et ses caractéristiques aérodynamiques améliorées si la diminution du nombre d'antennes permet, par rapport à une solution classique à antennes séparées, d'optimiser le dessin de la cellule.

Il est également très important de noter que le circuit de couplage suivant l'invention ne fait appel qu'à des composants purement passifs qui offrent une très grande fiabilité. Il s'agit là d'une caractéristique essentielle de l'invention car un dispositif de couplage qui ferait appel à des composants actifs ne serait pas en mesure de garantir le degré de fiabilité exigé, notamment sur des avions de combat modernes. Le recours exclusif à des composants passifs permet en outre d'envisager un fonctionnement dégradé du circuit de couplage qui serait particulièrement difficile à mettre en oeuvre avec des composants actifs, et de faciliter considérablement le diagnostic, en cas de défaillance de composants.

Il va de soi que les modes de réalisation décrits ne sont que des exemples et l'on pourrait les modifier, notamment par substitution d'équivalents techniques, sans sortir pour cela du cadre de l'invention.

Revendications

1. Dispositif de couplage à au moins une antenne commune d'au moins deux appareils émetteurs

et récepteurs de signaux hyperfréquences fonctionnant dans une même gamme de fréquences mais ayant des bandes utiles disjointes, caractérisé en ce qu'il est constitué d'un circuit (M) comportant :

- une première voie de couplage de l'émetteur (E_A) d'un premier appareil (A) à l'antenne (H) par l'intermédiaire d'un premier filtre passif passe-bande (F_1), centré sur le milieu de la bande utile de l'émetteur (E_A) du premier appareil (A) et d'un premier circulateur (C_1),
- une deuxième voie de couplage du récepteur (R_A) du premier appareil (A) à l'antenne (H) par l'intermédiaire d'un deuxième filtre passif passe-bande (F_2), centré sur le milieu de la bande utile du récepteur (R_A) du premier appareil (A), et d'un second circulateur (C_2),
- une troisième voie de couplage de l'émetteur (E_B) du deuxième appareil (B) à l'antenne (H) par l'intermédiaire d'un troisième filtre passif réjecteur de bande (F_3), centré sur le milieu de la bande utile du récepteur (R_A) du premier appareil (A), et du second circulateur (C_2),
- une quatrième voie de couplage du récepteur (R_B) du deuxième appareil (B) à l'antenne (H) par l'intermédiaire d'un quatrième filtre passif réjecteur de bande (F_4), centré sur le milieu de la bande utile de l'émetteur (E_A) du premier appareil (A), et du premier circulateur (C_1), et
- un coupleur (K) connecté à ladite antenne (H) et auxdits premier (C_1) et second (C_2) circulateurs, chaque circulateur (C_1 ; C_2) étant connecté à l'émetteur de l'un des appareils et au récepteur de l'autre appareil dans le sens adapté pour autoriser la transmission de signaux dudit émetteur (E_A ; E_B) à l'antenne (H) et de celle-ci audit récepteur (R_B ; R_A) et pour inhiber la transmission de signaux dudit émetteur (E_A ; E_B) audit récepteur (R_B ; R_A).

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'émetteur (E_A) et le récepteur (R_A) du premier appareil (A) ont des bandes utiles disjointes.

3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que ledit circuit (M) comprend au moins un troisième circulateur (C_3) ayant une première borne (1) destinée à être connectée à l'émetteur (E_A) et au récepteur (R_A) de l'un des appareils (A), une deuxième borne (2) connectée à la voie de couplage dudit émetteur (E_A) à l'antenne (H) et une troisième borne (3) connectée à la voie de couplage dudit récepteur

(R_A) à l'antenne (H).

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit circuit (M) comprend un quatrième circulateur (4) ayant une première borne (1) destinée à être connectée à l'émetteur (E_B) et au récepteur (R_B) de l'autre appareil (B), une deuxième borne (2) connectée à la voie de couplage dudit émetteur (E_B) à l'antenne (H) et une troisième borne (3) connectée à la voie de couplage dudit récepteur (R_B) à l'antenne (H).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs circuits (M_1 , M_2) à quatre voies connectés en cascade pour le couplage à une même antenne (H) de plusieurs appareils (A, B, C) émetteurs et récepteurs fonctionnant dans une même gamme hyperfréquence mais ayant des bandes utiles disjointes, lesdits premier et quatrième filtres (F_{11} , F_{41} ; F_{12} , F_{42}) de chaque circuit (M_1 ; M_2) ayant une largeur de bande englobant les bandes utiles de l'ensemble des émetteurs (E_A , E_B ; E_A) connectés à la première voie dudit circuit (M_1 ; M_2), et lesdits deuxième et troisième filtres (F_{21} , F_{31} ; F_{22} , F_{32}) dudit circuit (M_1 ; M_2) ayant une largeur de bande englobant les bandes utiles de l'ensemble des récepteurs (R_A , R_B ; R_A) connectés à la deuxième voie dudit circuit (M_1 ; M_2).

6. Dispositif selon la revendication 5 lorsqu'elle dépend de l'une quelconque des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que chaque circuit (M_2) est connecté au circuit suivant (M_1) côté antenne (H) par l'intermédiaire de l'un (C_{31}) desdits troisième et quatrième circulateurs.

7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 pour le couplage à au moins une antenne commune de plusieurs groupes d'appareils émetteurs et récepteurs fonctionnant chacun dans une gamme hyperfréquence distincte de celle des autres groupes d'appareils, caractérisé en ce que chaque groupe d'appareils (A, B ; C, D) est couplé directement à ladite antenne (H) par au moins un circuit à quatre voies (M_3 ; M_4).

8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'un isolateur (I) adaptateur d'impédance est connecté entre chaque filtre (F_1 - F_4) et chaque circulateur adjacent (C_1 - C_4).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Koppeln von mindestens zwei Sendern und Empfängern von Ultrahochfre-

quenzsignalen, die demselben Frequenzbereich arbeiten, die aber getrennte Nutzbänder haben, mit mindestens einer gemeinsamen Antenne, dadurch gekennzeichnet, daß sie von einer Schaltung (M) gebildet ist, mit:

- einem ersten Kopplungsweg vom Sender (E_A) eines ersten Apparates (A) zur Antenne (H) über ein erstes passives Bandpaßfilter (F_1), das auf die Mitte des Nutzbandes des Senders (E_A) des ersten Apparates (A) zentriert ist, und einen ersten Zirkulator (C_1),
 - einem zweiten Kopplungsweg vom Empfänger (R_A) des ersten Apparates (A) zur Antenne (H) über ein zweites passives Bandpaßfilter (F_2), das auf die Mitte des Nutzbandes des Empfängers (R_A) des ersten Apparates (A) zentriert ist, und einen zweiten Zirkulator (C_2),
 - einem dritten Kopplungsweg vom Sender (E_B) des zweiten Apparates (B) zur Antenne (H) über ein drittes passives Bandsperrfilter (F_3), das auf die Mitte des Nutzbandes des Empfängers (R_A) des ersten Apparates (A) zentriert ist, und den zweiten Zirkulator (C_2),
 - einem vierten Kopplungsweg vom Empfänger (R_B) des zweiten Apparates (B) zur Antenne (H) über ein viertes passives Bandsperrfilter (F_4), das auf die Mitte des Nutzbandes des Senders (E_A) des ersten Apparates (A) zentriert ist, und den ersten Zirkulator (C_1), und
 - einem Diplexer (K), der mit der Antenne (H) und den ersten (C_1) und zweiten (C_2) Zirkulatoren verbunden ist, wobei jeder Zirkulator (C_1 ; C_2) mit dem Sender des einen der Apparate und dem Empfänger des anderen Apparates in einem Sinn verbunden ist, der geeignet ist, um die Übertragung von Signalen des Senders (E_A ; E_B) zur Antenne (H) und von dieser zum Empfänger (R_B ; R_A) zuzulassen und um die Übertragung der Signale des Senders (E_A ; E_B) zum Empfänger (R_B ; R_A) zu verhindern.
2. Vorrichtung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Sender (E_A) und der Empfänger (R_A) des ersten Apparates (A) voneinander getrennte Nutzbänder haben.
3. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (M) zumindest einen dritten Zirkulator (C_3) aufweist, der eine erste Anschlußklemme (1) aufweist, die bestimmt ist, mit dem Sender (E_A) und dem Empfänger (R_A) von dem einen der Apparate (A) verbunden zu werden, eine zweite Anschlußklemme (2), die mit dem Kopplungsweg des Sen-

ders (E_A) zur Antenne (H) verbunden ist und eine dritte Anschlußklemme (3), die mit dem Kopplungsweg des Empfängers (R_A) zur Antenne (H) verbunden ist.

4. Vorrichtung gemäß Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltung (M) einen vierten Zirkulator (4) aufweist, der eine erste Anschlußklemme (1) hat, die bestimmt ist, mit dem Sender (E_B) und dem Empfänger (RB) des anderen Apparates (B) verbunden zu werden, eine zweite Anschlußklemme (2), die mit dem Kopplungsweg des Senders (E_B) zur Antenne (H) verbunden ist und eine dritte Anschlußklemme (3), die mit dem Kopplungsweg des Empfängers (R_B) zur Antenne (H) verbunden ist.
5. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß sie mehrere Vierwegeschaltungen (M_1 , M_2) aufweist, die in Kaskade geschaltet sind, zum Koppeln von mehreren Apparaten (A, B, C) zum Sendern und Empfangen, die in demselben Ultrahochfrequenzband arbeiten, aber voneinander getrennte Nutzbänder haben, mit einer selben Antenne (H), wobei die ersten und vierten Filter (F_{11} , F_{41} ; F_{12} , F_{42}) von jeder Schaltung (M_1 ; M_2) eine Bandbreite haben, die die Nutzbänder der Gesamtheit der Sender (E_A , E_B ; E_A) einschließt, die mit dem ersten Weg der Schaltung (M_1 ; M_2) verbunden sind, und die zweiten und dritten Filter (F_{21} , F_{31} ; F_{22} , F_{32}) der Schaltung (M_1 ; M_2) eine Bandbreite haben, die die Nutzbänder der Gesamtheit der Empfänger (R_A , R_B ; R_A) einschließt, die mit dem zweiten Weg der Schaltung (M_1 ; M_2) verbunden sind.
6. Vorrichtung gemäß Anspruch 5, wenn sie von irgendeinem der Ansprüche 3 und 4 abhängt, dadurch gekennzeichnet, daß jede Schaltung (M_2) mit der folgenden Schaltung (M_1) zur Seite der Antenne (H) über den einen (C_{31}) der dritten und vierten Zirkulatoren verbunden ist.
7. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 6 zum Koppeln von mehreren Gruppen von Sende- und Empfangsapparaten, die jeder in einem Ultrahochfrequenzband arbeiten, das verschieden von dem der anderen Apparategruppen ist, mit zumindest einer gemeinsamen Antenne, dadurch gekennzeichnet, daß jede Gruppe Apparate (A, B; C, D) direkt mit der Antenne (H) über zumindest eine Vierwegeschaltung (M_3 ; M_4) verbunden ist.
8. Vorrichtung gemäß irgendeinem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein Isolator (I) Anpassungstransformator für Impedanzen zwischen jeden Filter (F_1 - F_4) und jeden benach-

barten Zirkulator (C_1 - C_4) geschaltet ist.

Claims

1. Device for the coupling to a common antenna of at least two devices for transmitting and receiving microwave frequency signals operating in a same frequency range but having separated working bands, characterised in that said device is constituted by a circuit (M) comprising:

- a first channel for coupling the transmitter (E_A) of a first device (A) to the antenna (H) by the intermediary of a first passive band pass filter (F_1), centered on the middle of the working band of the transmitter (E_A) of the first device (A), and of a first circulator (C_1),
- a second channel for coupling the receiver (R_A) of the first device (A) to the antenna (H) by the intermediary of a second passive band pass filter (F_2), centered on the middle of the working band of the receiver (R_A) of the first device (A), and of a second circulator (C_2),
- a third channel for coupling the transmitter (E_B) of the second device (B) to the antenna (H) by the intermediary of a third passive band rejection filter (F_3), centered on the middle of the working band of the receiver (R_A) of the first device (A), and of the second circulator (C_2),
- a fourth channel for coupling the receiver (R_B) of the second device (B) to the antenna (H) by the intermediary of a fourth passive band rejection filter (F_4), centered on the middle of the working band of the transmitter (E_A) of the first device (A), and of the first circulator (C_1), and
- a coupler (K) connected to said antenna (H) and to said first (C_1) and second (C_2) circulators,
- each circulator (C_1 ; C_2) being connected to the transmitter of one of the devices and to the receiver of the other device in the direction adapted to allow the transmission of signals from said transmitter (E_A ; E_B) to the antenna (H) and from the latter to said receiver (R_B ; R_A) and to inhibit the transmission of signals from said transmitter (E_A ; E_B) to said receiver (R_B ; R_A).

2. Device according to claim 1, characterised in that the transmitter (E_A) and the receiver (R_A) of the first device (A) have separated working bands.

3. Device according to either of claims 1 or 2, characterised in that said circuit (M) comprises at

least a third circulator (C_3) having a first terminal (1) intended to be connected to the transmitter (E_A) and to the receiver (R_A) of one of the devices (A), a second terminal (2) connected to the channel for coupling said transmitter (E_A) to the antenna (H) and a third channel (3) connected to the channel for coupling said receiver (R_A) to the antenna (H).

4. Device according to claim 3, characterised in that said circuit (M) comprises a fourth circulator (C_4) having a first terminal (1) intended to be connected to the transmitter (E_B) and to the receiver (R_B) of the other device (B), a second terminal (2) connected to the channel for coupling said transmitter (E_B) to the antenna (H) and a third terminal (3) connected to the channel for coupling said receiver (R_B) to the antenna (H).

5. Device according to any of claims 1 to 4, characterised in that it comprises several four-channel circuits (M_1 , M_2) connected in cascade for the coupling to a same antenna (H) of several transmitting and receiving devices (A, B, C) operating in a same microwave frequency range but having separated working bands, said first and fourth filters (F_{11} , F_{41} ; F_{12} , F_{42}) of each circuit (M_1 ; M_2) having a bandwidth covering the working bands of all the transmitters (E_A , E_B ; E_A) connected to the first channel of said circuit (M_1 ; M_2), and said second and third filters (F_{21} , F_{31} ; F_{22} , F_{32}) of said circuit (M_1 ; M_2) having a bandwidth covering the working bands of all the receivers (R_A , R_B ; R_A) connected to the second channel of said circuit (M_1 ; M_2).

6. Device according to claim 5, when depending on any of claims 3 and 4, characterised in that each circuit (M_2) is connected to the following circuit (M_1) on the antenna (H) side by the intermediary of one (C_{31}) of said third and fourth circulators.

7. Device according to any of claims 1 to 6 for the coupling to at least one common antenna of several groups of transmitting and receiving devices each operating in a microwave frequency range which is distinct from that of the other groups of devices, characterised in that each group of devices (A, B; C, D) is directly coupled to said antenna (H) by at least one four-channel circuit (M_3 ; M_4).

8. Device according to any of claim 1 to 7, characterised in that an impedance matching isolator (I) is connected between each filter (F_1 - F_4) and each adjacent circulator (C_1 - C_4).

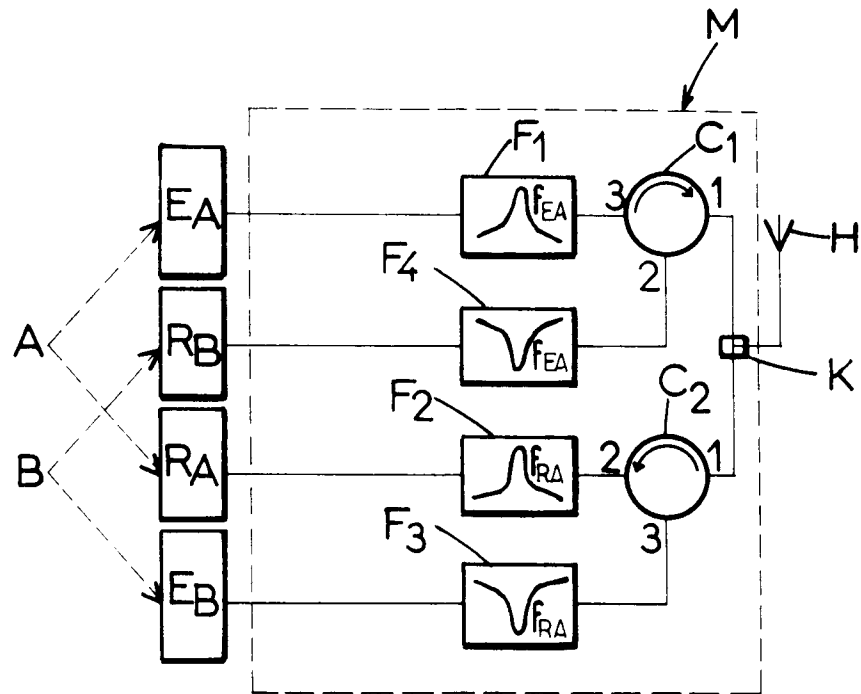


FIG.:1

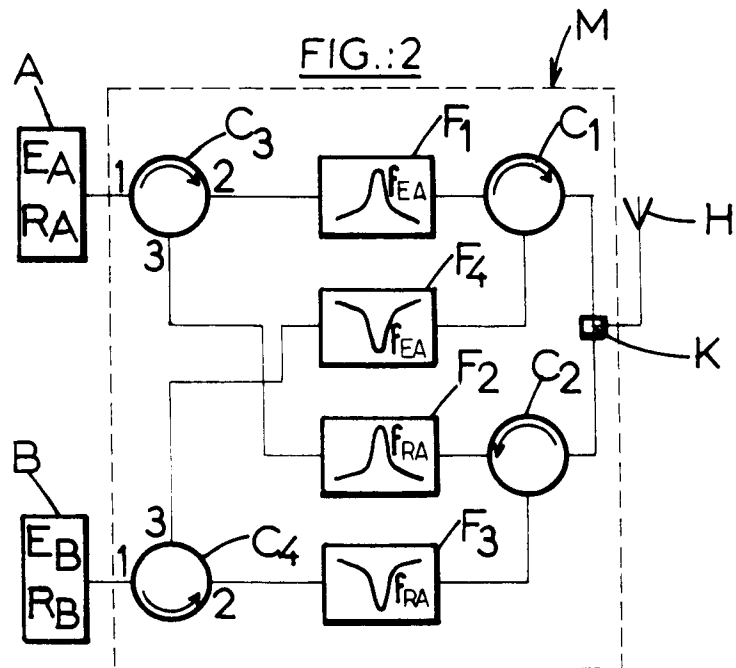


FIG.:2

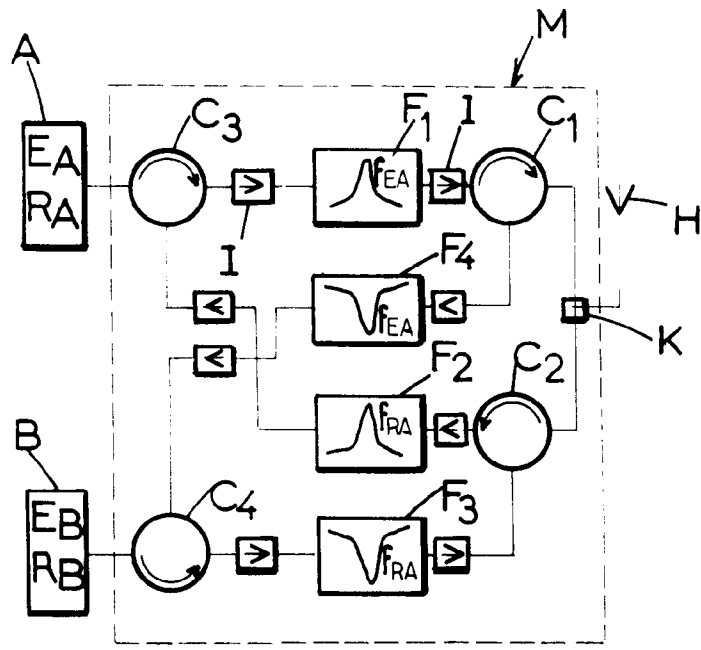


FIG.: 3

