

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: **88403162.6**

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 P 5/16**

㉑ Date de dépôt: **13.12.88**

③⑩ Priorité: **18.12.87 FR 8717710**

④③ Date de publication de la demande:
21.06.89 Bulletin 89/25

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

⑦① Demandeur: **THOMSON-LGT LABORATOIRE GENERAL DES TELECOMMUNICATIONS**
1, rue de l'Hautil
F-78700 Conflans-Sainte Honorine (FR)

⑦② Inventeur: **Destrade, Michel**
Thomson CSF SCPI - 19, avenue de Messine
F-75008 Paris (FR)

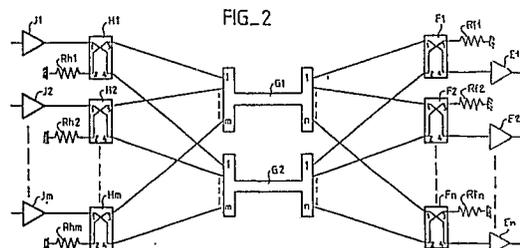
⑦④ Mandataire: **Courtellemont, Alain et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

⑤④ **Dispositif de couplage d'énergies.**

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif de couplage d'énergies utilisable en ondes métriques et décimétriques.

Pour répartir de façon équipotentielle et équiphase vers n utilisateurs (E1-En) l'énergie provenant de m sources (J1-Jm) équipotentielles et équiphases, en sortie de chaque source est branché un circuit hybride à 3dB, à 90° (H1-Hm) qui distribue la puissance également et avec un déphasage apériodique de 90° vers deux boîtes de distribution équipotentielles et équiphases (G1-G2) à m entrées et n sorties, présentant un même déphasage entrée/sortie. Les deux boîtes sont reliées respectivement aux deux accès d'une paire d'accès conjugués de n circuits hybrides à 3dB, à 90° (F1-Fn) ; les puissances recombinaées dans ces n circuits sont respectivement délivrées aux n utilisateurs (E1-En).

Application, en particulier, dans les émetteurs de puissance.



Description

DISPOSITIF DE COUPLAGE D'ENERGIES

La présente invention a pour objet un dispositif de couplage d'énergies, utilisable en ondes métriques et décimétriques.

De tels dispositifs sont nécessaires dans différents cas : pour, à partir d'une source, faire que plusieurs amplificateurs ou préamplificateurs fonctionnent de façon équipotentielle et équiphasé, ou bien pour sommer les puissances délivrées par plusieurs préamplificateurs équipotentiels et équiphasés afin, avec la puissance obtenue, de faire fonctionner des amplificateurs de façon équipotentielle et équiphasé, ou bien encore de sommer les puissances délivrées par plusieurs amplificateurs équipotentiels et équiphasés pour alimenter un même utilisateur constitué généralement par une antenne d'émission.

Dans le cas, par exemple, des amplificateurs à faire fonctionner de façon équipotentielle et équiphasé, il existe des boîtes de distribution à une entrée et n sorties, associées à des circuits d'adaptation d'impédance par transformateurs quart d'onde, qui assurent correctement ce fonctionnement dans la mesure où tous les amplificateurs délivrent la même puissance ; mais si un ou plusieurs amplificateurs tombent en panne, les désadaptations, qui en résultent, perturbent notablement le fonctionnement de l'ensemble du montage et il est nécessaire de protéger les amplificateurs par des dispositifs d'isolation. Dans ce but différentes solutions ont été utilisées :

- des boîtes de distribution ont été associées à des dispositifs isolateurs du type circulateurs utilisant les propriétés gyromagnétiques des ferrites. Théoriquement cette solution est idéale mais, en pratique, elle présente divers inconvénients tels que limitation en puissance, sélectivité et pertes relativement importantes dans les circulateurs ;

- des jonctions hybrides du type anneaux, coupleurs à 3dB, etc, ont été montées en cascade, les amplificateurs étant reliés deux par deux sur une telle jonction ; un excellent découplage est ainsi réalisé entre les amplificateurs mais, surtout pour un nombre élevé d'amplificateurs, cette solution est onéreuse en raison du nombre de jonctions hybrides nécessaires et, de plus, les pertes sont importantes ;

- des boîtes de distribution ont été associées à des dispositifs de protection du type Wilkinson ; c'est une assez bonne solution mais la réalisation en bande décimétrique pour un grand nombre d'amplificateurs, s'avère très difficile.

La présente invention a pour but d'obtenir les mêmes avantages que ceux liés aux réalisations à jonctions hybrides montées en cascade, tout en en minimisant les inconvénients.

Ceci est obtenu en associant de manière adéquate des jonctions hybrides et des boîtes de distribution.

Selon l'invention un dispositif de couplage d'énergies entre m sources d'énergie, avec m entier positif, et n utilisateurs, n entier positif et m+n

supérieur à 2, est caractérisé par une combinaison de m premiers et n seconds circuits hybrides à 3dB, à 90°, ayant chacun quatre accès, le premier et le deuxième accès ainsi que le troisième et le quatrième accès de chaque circuit hybride formant des paires d'accès conjugués de m et n charges d'équilibrage et d'une première et d'une seconde boîte de distribution équipotentielles et équiphasées à m entrées et n sorties, présentant un même déphasage entrée/sortie, φ_c , la combinaison étant telle que les m premiers circuits ont leurs m premiers accès couplés respectivement aux m sources, leurs m seconds accès reliés respectivement aux m charges, leurs m troisièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la première boîte, leurs m quatrièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la seconde boîte, que les n seconds circuits ont leurs n premiers accès reliés respectivement aux n sorties de la première boîte, leurs n seconds accès reliés respectivement aux n sorties de la seconde boîte, leurs n troisièmes accès reliés respectivement aux n charges et leurs n quatrièmes accès reliés respectivement aux n utilisateurs.

La présente invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des figures s'y rapportant qui représentent :

- la figure 1, un dispositif de couplage entre des amplificateurs et un utilisateur ;
- la figure 2, un dispositif de couplage entre des préamplificateurs et les amplificateurs de la figure 1 ;
- la figure 3, un dispositif de couplage entre une source et les préamplificateurs de la figure 2.

Sur les différentes figures les éléments correspondants sont désignés par les mêmes repères.

Dans la description qui va suivre ainsi que dans les revendications il est question de jonctions hybrides à 3dB, à 90°, comportant deux paires d'accès conjugués. Il faut entendre par paire d'accès conjugués de la jonction, deux des quatre accès de la jonction tels que, si des charges adaptées y sont branchées, il n'y a pratiquement pas de couplage entre les deux autres accès du circuit, les deux autres accès constituant d'ailleurs également une paire d'accès conjugués ; et, toujours quand des charges adaptées sont branchées sur l'une des paires d'accès conjugués, la puissance appliquée sur l'un des deux accès conjugués de l'autre paire ressort par les accès de la paire sur laquelle sont branchées des charges adaptées, à égalité de puissance mais avec des ondes en quadrature de phase. Sur les schémas les paires d'accès conjugués des jonctions hybrides à 3dB, à 90°, seront repérées respectivement 1-2 et 3-4 ; ces jonctions sont des coupleurs directifs dans les montages qui ont servi d'exemples à la présente description et ces coupleurs directifs à 3dB, à 90°, seront, dans ce qui suit, appelés "coupleurs à 3dB", voir même "coupleurs" ; mais il est à noter que ces jonctions

peuvent, sans sortir du cadre de l'invention, être constituées par toutes autres jonctions équivalentes telles que, par exemple, des téés magiques ou des anneaux hybrides associés à des éléments de déphasage de valeur convenable.

La figure 1 montre le schéma d'un dispositif de couplage permettant d'alimenter une antenne A avec la somme, aux pertes près, des énergies fournies par n amplificateurs, E1 à En, (dans l'exemple décrit n était égal à 8 et les amplificateurs avaient chacun une puissance de sortie de 1 kilowatt). Les sorties des amplificateurs E1 à En sont respectivement reliées aux accès 1 de n coupleurs à 3dB, D1 à Dn. Entre les accès 2 des coupleurs D1 à Dn et la masse, sont montées des résistances d'équilibrage Rd1 à Rdn, qui constituent des charges adaptées. Les accès 3 des coupleurs D1 à Dn sont respectivement reliés aux entrées 1 à n d'une boîte de distribution C1 à n entrées et une sortie ; de même les accès 4 des coupleurs D1 à Dn sont respectivement reliés aux entrées 1 à n d'une boîte de distribution C2 à n entrées et une sortie ; les boîtes C1, C2 sont équipotentielles et équiphasées et ont même déphasage entrée/sortie. Les sorties des boîtes de distribution C1, C2 sont respectivement reliées aux accès 1 et 2 d'un coupleur à 3dB, B, dont l'accès 3 est relié à la masse par une résistance d'équilibrage Rb et dont l'accès 4 est relié à l'antenne A, cette dernière comportant un circuit d'adaptation d'impédance, non représenté.

Pour que le fonctionnement du montage selon la figure 1 soit correct, il faut que les amplificateurs E1 à En délivrent des signaux équipotentiels et équiphasés ; des montages connus existent pour obtenir ce résultat mais il est également possible, comme il sera vu à l'aide des figures 2 et 3, d'atteindre ce résultat avec des montages selon l'invention puisqu'il s'agit, à chaque fois, de répartir la puissance d'une ou plusieurs sources vers un ou plusieurs utilisateurs, ces utilisateurs devenant des sources dans l'étape d'amplificateur suivante ; ainsi les amplificateurs de la figure 1, qui sont les utilisateurs de l'énergie de préamplificateurs de la figure 2, sont aussi les sources d'énergie pour l'utilisateur qui est l'antenne A de la figure 1.

En fonctionnement normal, c'est à dire avec les amplificateurs E1 à En délivrant des signaux équipotentiels et équiphasés, la puissance de l'amplificateur Ei (i : nombre entier-pouvant prendre toute valeur de 1 à n) est divisée en deux parties égales mais avec un déphasage apériodique de 90°, par le coupleur Di :

- une partie $U/\sqrt{2}$, qui apparaît sur l'accès 3 du coupleur Di (U étant la tension correspondant à la puissance fournie par l'amplificateur Di qui est d'ailleurs la même quelle que soit la valeur prise par i de 1 à n) ;

- une partie $U/\sqrt{2} \cdot \exp(-j\pi/2)$, où $\exp(-j\pi/2)$ représente l'exponentielle de $-j\pi/2$, avec $j = \sqrt{-1}$;

toute la puissance des signaux apparaissant sur l'accès 3 des coupleurs D1 à Dn est appliquée sur la boîte de distribution C1 et toute celle apparaissant sur l'accès 4 des coupleurs D1 à Dn est appliquée sur la boîte de distribution C2. Si φ_c est le changement de phase résultant de la traversée des

boîtes C1 et C2, les signaux sur les accès 1 et 2 du coupleur B sont respectivement de la forme :

$$U/\sqrt{2} \cdot \exp(j\varphi_c)$$

$$U/\sqrt{2} \cdot \exp-j(\pi/2 - \varphi_c)$$

ce qui donne, respectivement sur les accès 3 et 4 du coupleur B

$$U/2 \cdot \exp(j\varphi_c) + U/2 \cdot \exp-j(\pi - \varphi_c) \text{ signal nul}$$

$$U/2 \cdot \exp-j(\pi/2 - \varphi_c) + U/2 \cdot \exp-j(\pi/2 - \varphi_c) \text{ signal représentant la puissance totale recombinaison.}$$

Ainsi l'ensemble formé par les coupleurs et les boîtes de distribution de la figure 1, constitue un aiguillage des accès 1 des coupleurs D1 à Dn vers l'accès 4 du coupleur B lorsque les accès 2 des coupleurs D1 à Dn et l'accès 3 du coupleur B, sont parfaitement découplés. Le montage selon la figure 1 fonctionne en sommateur de puissance, la puissance sur l'accès 4 du coupleur B étant la somme, aux pertes près, des puissances délivrées par les amplificateurs E1 à En. Il est de plus à remarquer que le montage selon la figure 1, est réversible, aux amplificateurs E1 à En près.

Mais quel est l'isolement des amplificateurs E1 à En les uns par rapport aux autres ? - Le signal provenant d'un amplificateur Ei (i : nombre entier pouvant prendre toute valeur de 1 à n) et parvenu aux entrées i des boîtes C1 et C2, se divise en trois parties :

- une partie transmise vers les accès 1 et 2 du coupleur B ;

- une partie réfléchi vers l'amplificateur Ei ;

- une partie retransmise vers les autres amplificateurs ;

lorsque tous les signaux délivrés par les amplificateurs E1 à En sont équipotentiels et équiphasés seule la partie transmise vers les accès 1 et 2 du coupleur B existe, les autres parties sont nulles ; lorsque ce n'est pas le cas en raison d'un déséquilibre de phase ou de phase entre les amplificateurs ou en raison d'une panne d'un ou plusieurs amplificateurs, tout signal provenant d'un amplificateur Ei défectueux et réfléchi au niveau des boîtes C1 et C2 ou retransmis vers les autres amplificateurs, se recombine pour apparaître sur les accès 2 des coupleurs D1 à Dn où il est absorbé par les charges de protection constituées par les résistances d'équilibrage Rd1 à Rdn. Le montage selon la figure 1 assure donc une protection parfaite des amplificateurs vis à vis de tout déséquilibre et même vis à vis de tout arrêt complet d'un ou plusieurs amplificateurs. Et le rapport de la puissance totale normalement disponible à la puissance totale effectivement disponible est, aux pertes près du système, comme pour une association de coupleurs en cascade :

$$n^2 / (n - n')^2$$

où n' est le nombre d'amplificateurs en panne.

La figure 2 montre comment les n amplificateurs E1 à En sont alimentés à partir de m préamplificateurs équipotentiels et équiphasés, J1 à Jm. Le montage comporte les m préamplificateurs suivis de m coupleurs à 3dB, à 90°, H1 à Hm, suivis de 2 boîtes de distribution équipotentielles et équiphasées, identiques G1, G2 à m entrées et n sorties, suivies de n coupleurs à 3dB, à 90°, F1 à Fn, suivies des n amplificateurs E1 à En. Entre les accès 2 des

coupleurs H1 à Hm et la masse ainsi qu'entre les accès 3 des coupleurs F1 à Fn et la masse. sont branchées des résistances d'équilibrage Rh1 à Rhm et Rf1 à Rfn.

La partie du montage de la figure 2 allant des préamplificateurs J1 à Jn aux entrées des boîtes de distribution G1, G2 correspond à la partie du montage selon la figure 1 comprise entre les amplificateurs E1 à En et les entrées des boîtes de distribution C1 et C2 ; la protection des préamplificateurs J1 à Jm contre un fonctionnement anormal de l'un d'entre eux est ainsi assurée.

La partie du montage de la figure 2 allant des sorties des boîtes de distribution G1, G2 aux entrées des amplificateurs E1 à En correspond à la partie du montage selon la figure 1 entre les entrées des boîtes de distribution C1 et C2 et les sorties des amplificateurs E1 à En, c'est à dire à une partie utilisée dans le sens inverse de son utilisation selon la figure 1 en mettant à profit sa réversibilité. Cette partie du montage de la figure 2 permet une alimentation équipotentielle et équiphasée des amplificateurs E1 à En.

La figure 3 montre comment les préamplificateurs J1 à Jm peuvent être alimentés de façon équipotentielle et équiphasée à partir d'une source figurée par un amplificateur unique, N, sur l'entrée duquel est appliqué un signal S. Le montage comporte l'amplificateur N suivi d'un coupleur à 3dB, à 90°, M, suivi de 2 boîtes de distribution équipotentielles et équiphasées, identiques L1, L2 à une entrée et m sorties, suivies de m coupleurs à 3dB, à 90°, K1 à Km, suivis des m préamplificateurs J1 à Jm. Entre l'accès 2 du coupleur M et la masse ainsi qu'entre les accès 3 des coupleurs K1 à Km et la masse, sont branchées des résistances d'équilibrage, R et Rk1 à Rkm.

La partie du montage selon la figure 3 comprise entre la sortie de la source N et les entrées des préamplificateurs J1 à Jm correspond à la partie du montage selon la figure 1 comprise entre l'antenne A et les sorties des amplificateurs E1 à En, et utilisée donc, grâce à sa réversibilité, dans le sens inverse de son utilisation selon la figure 1. Ce montage permet une alimentation équipotentielle et équiphasée des préamplificateurs J1 à Jm.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits, elle s'applique de manière générale à l'alimentation équipotentielle et équiphasée de n utilisateurs par m sources d'énergie, avec m et n entiers positifs et m+n supérieur à 2.

Revendications

1. Dispositif de couplage d'énergies entre m sources d'énergie (J1-Jm), avec m entier positif, et n utilisateurs (E1-En), n entier positif et m+n supérieur à 2, caractérisé par une combinaison de m premiers (H1-Hm) et n seconds (F1-Fn) circuits hybrides à 3dB, à 90°, ayant chacun quatre accès, le premier et le deuxième accès ainsi que le troisième et le

quatrième accès de chaque circuit hybride formant des paires d'accès conjugués, dem (Rh1-Rhm) et n (Rf1-Rfn) charges d'équilibrage et d'une première (G1) et d'une seconde (G2) boîte de distribution équipotentielles et équiphasées à m entrées et n sorties, présentant un même déphasage entrée/sortie, φ_c , la combinaison étant telle que les m premiers circuits (H1-Hm) ont leurs m premiers accès couplés respectivement aux m sources (J1-Jm), leurs m seconds accès reliés respectivement aux m charges (Rh1-Rhm), leurs m troisièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la première boîte (G1), leurs m quatrièmes accès reliés respectivement aux m entrées de la seconde boîte (G2), que les n seconds circuits (F1-Fn) ont leurs n premiers accès reliés respectivement aux n sorties de la première boîte (G1), leurs n seconds accès reliés respectivement aux n sorties de la seconde boîte (G2), leurs n troisièmes accès reliés respectivement aux n charges (Rf1-Rfn) et leurs n quatrièmes accès reliés respectivement aux n utilisateurs (E1-En).

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG-1

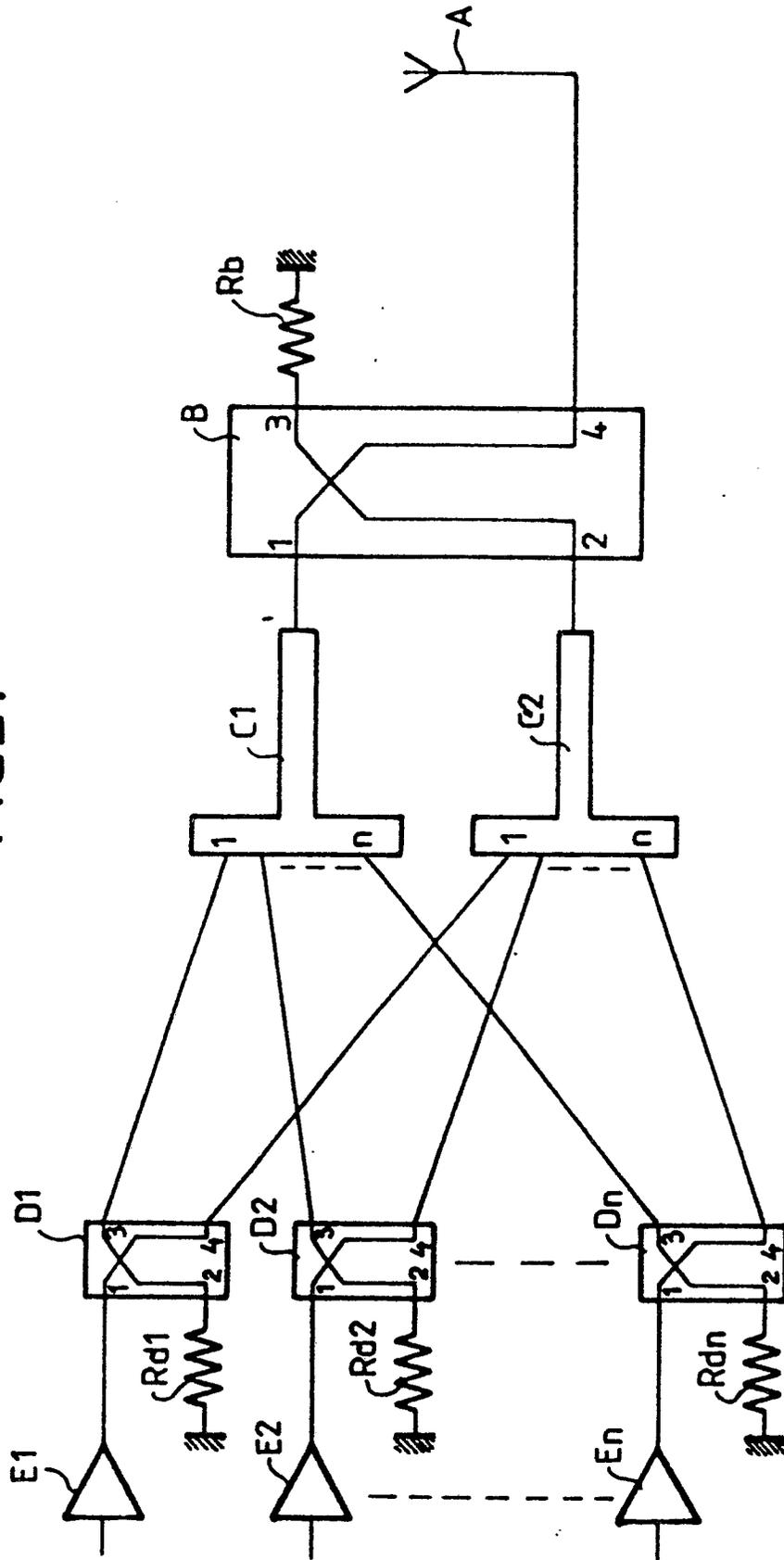


FIG-2

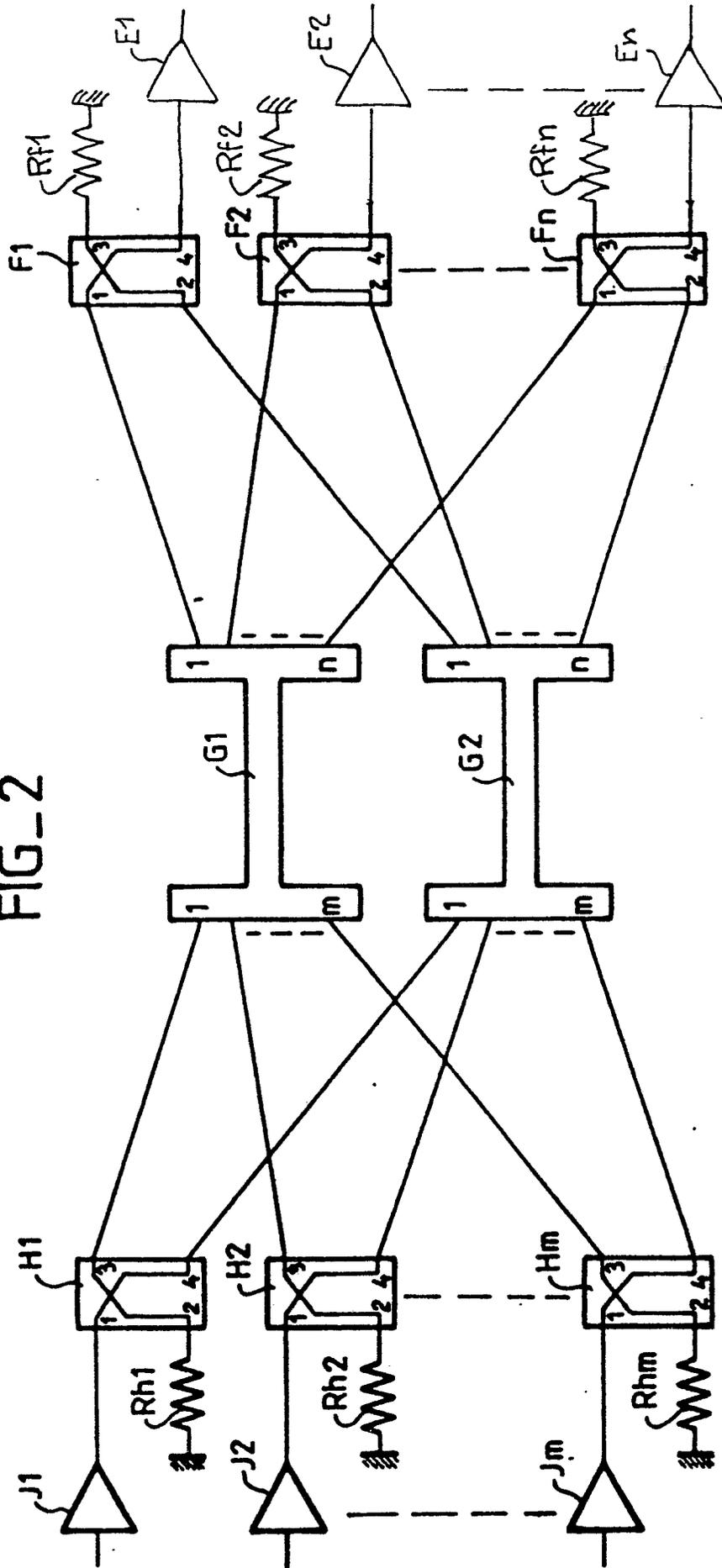
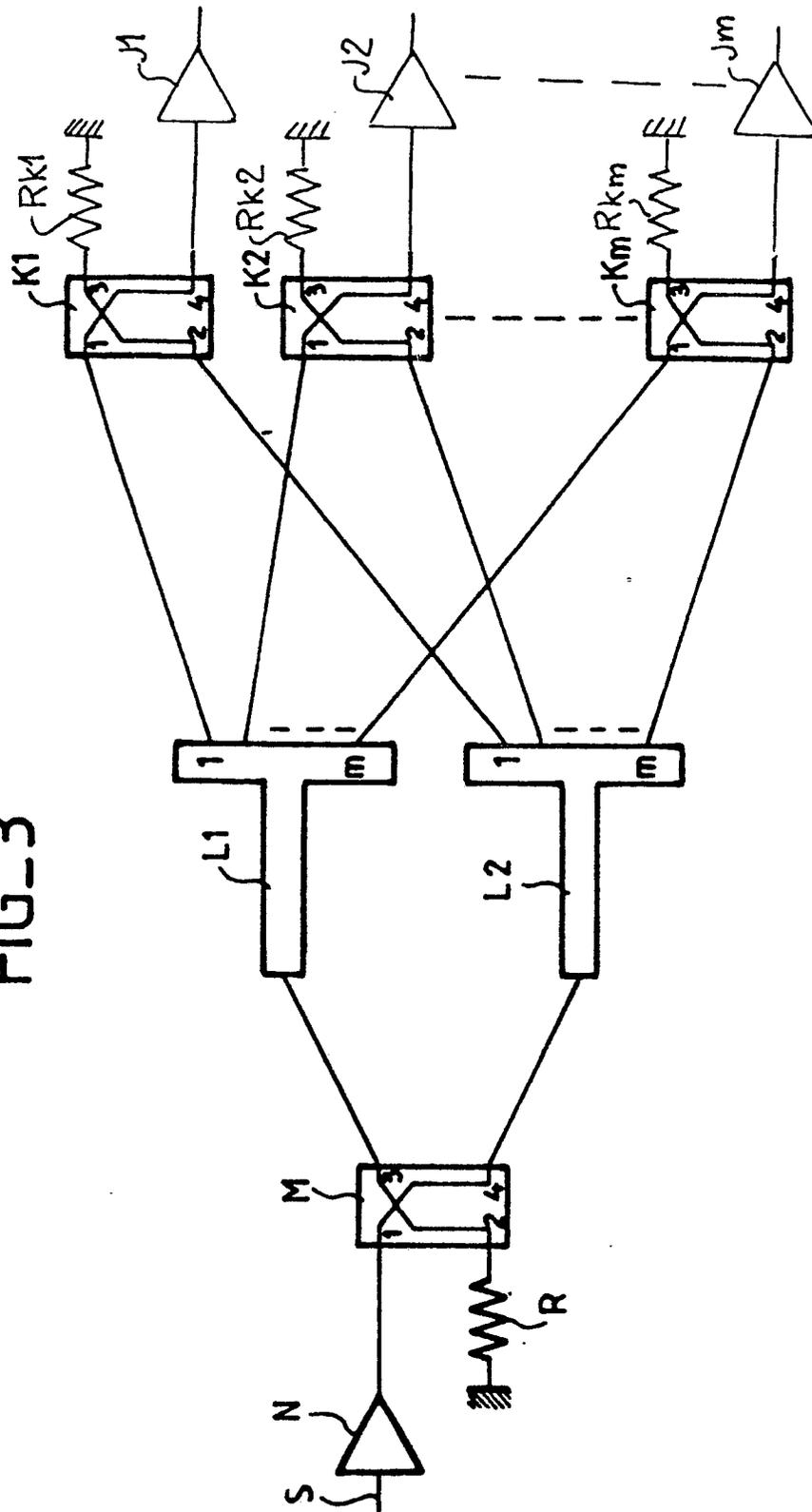


FIG-3





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
X	US-A-4 673 898 (K.P. REDMOND) * Colonne 3, ligne 48 - colonne 4, ligne 43; figures 3A,3B * -----	1	H 01 P 5/16
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
			H 01 P
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 13-03-1989	Examineur LAUGEL R.M.L.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	