

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

Numéro de dépôt: 89402922.2

Int. Cl.⁵ **H01Q 25/02** , **H01Q 5/00** ,
H01Q 9/04

Date de dépôt: 24.10.89

Priorité: 28.10.88 FR 8814134

Demandeur: **THOMSON-CSF**
51, Esplanade du Général de Gaulle
F-92800 Puteaux(FR)

Date de publication de la demande:
09.05.90 Bulletin 90/19

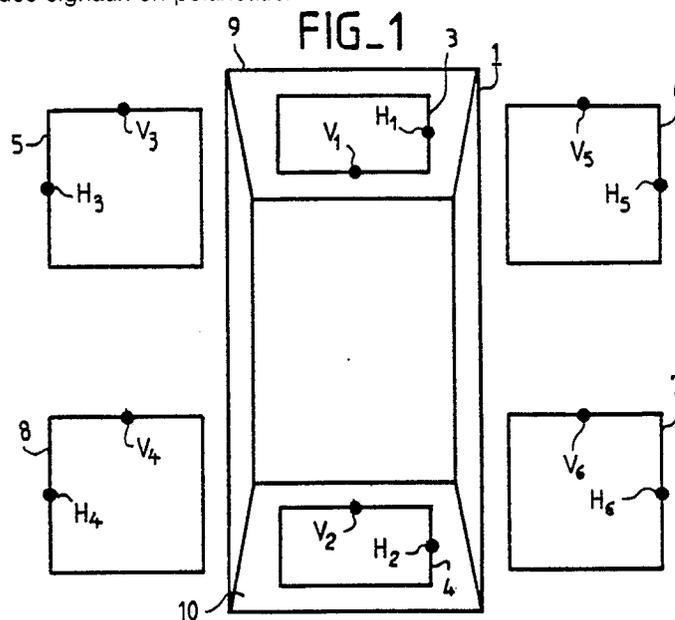
Inventeur: **Bouko, Jean**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)
 Inventeur: **Roger, Joseph**
THOMSON-CSF SCPI Cédex 67
F-92045 Paris la Défense(FR)

Etats contractants désignés:
DE GB IT NL

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

54 Système d'intégration des voies somme et différence I.F.F. dans une antenne de surveillance radar.

57 Les voies somme et différence de l'I.F.F. sont obtenues à l'aide du réflecteur du radar illuminé par des éléments rayonnants primaires 3 à 8 associés au cornet 1 de la source primaire du radar. Par ailleurs, les signaux des voies somme et différence I.F.F. sont convenablement mélangés pour obtenir une diminution du niveau des signaux en polarisation croisée.



SYSTEME D'INTEGRATION DES VOIES SOMME ET DIFFERENCE I.F.F. DANS UNE ANTENNE DE SURVEILLANCE RADAR

L'invention concerne les antennes de surveillance radar et, plus particulièrement, dans de telles antennes un système d'identification des cibles par interrogations codées dont l'antenne est associée à l'antenne de surveillance radar.

Les radars permettent de détecter la présence d'objets ou cibles et de déterminer certaines de leurs caractéristiques telles que leur distance, leur altitude, leur vitesse. Cependant, ils ne permettent pas de déterminer, en temps de guerre, si la cible est amie ou ennemie. Pour une telle détermination, on utilise un système qui "interroge" les cibles en leur envoyant des signaux codés qui sont détectés par ces dernières; les cibles peuvent alors émettre vers le système interrogateur des signaux codés qui indiquent sa catégorie. Une cible qui ne "répond" pas convenablement aux signaux codés est considérée comme ennemie.

Un tel système interrogateur répondeur, plus connu sous l'abréviation anglo-saxonne I.F.F. pour "Identification Friend or Foe", est très utilisé en temps de paix car il permet à un opérateur radar d'identifier aisément l'avion avec lequel il est en contact radio et radar en lui demandant d'émettre un signal codé déterminé. Ce signal codé apparaît sous une forme particulière sur l'écran radar à proximité du signal radar correspondant. Pour des raisons évidentes, l'antenne du système I.F.F. est portée par l'antenne radar et il en résulte un ensemble très encombrant et lourd.

Pour remédier à ce problème, il a été proposé d'utiliser une antenne unique pour les deux fonctions radar et I.F.F. Une telle antenne est par exemple réalisée à l'aide d'une source dite primaire de signaux radar qui illumine un réflecteur. A la source primaire sont associés des dipôles qui émettent des signaux I.F.F. et illuminent également le réflecteur radar. Une telle solution n'est pas entièrement satisfaisante car la voie I.F.F. ne peut pas être optimisée tandis que le niveau des signaux en polarisation croisée est trop élevé pour respecter certaines normes techniques imposées par les autorités administratives dans le domaine de l'aéronautique.

Le but de la présente invention est donc un système d'intégration des voies somme et différence I.F.F. dans une antenne de surveillance radar qui ne présente pas les inconvénients précités et qui réponde aux normes imposées.

L'invention se rapporte à un système d'intégration des voies sommes et différences I.F.F. dans une antenne de surveillance radar, ladite antenne comportant une source primaire du type cornet qui éclaire un réflecteur du type décalé, caractérisé en

ce que la source primaire de la voie somme I.F.F. est obtenue par deux éléments rayonnants disposés dans le cornet et en ce que la source primaire de la voie différence I.F.F. est obtenue par quatre éléments rayonnants disposés deux à deux de part et d'autre du cornet.

Ce système d'intégration est également caractérisé en ce que les signaux de la voie différence en polarisation horizontale sont, après déphasage approprié dans un déphaseur, mélangés à l'aide d'un coupleur aux signaux de la voie somme en polarisation verticale, ce qui permet d'obtenir une diminution des signaux parasites de la voie somme I.F.F. en polarisation croisée.

Par ailleurs, les signaux de la voie somme en polarisation horizontale sont, après déphasage approprié dans un circuit, mélangés à l'aide d'un coupleur aux signaux de la voie différence en polarisation verticale, ce qui permet d'obtenir une diminution des signaux parasites de la voie différence I.F.F. en polarisation croisée.

Chaque élément rayonnant est constitué par une cavité résonnante qui comprend une boîte rectangulaire métallique dont le fond comporte une plaque conductrice rayonnante reposant sur une couche diélectrique et dont le couvercle est constitué par une plaque conductrice qui est portée par une couche diélectrique et qui fait face à la plaque conductrice rayonnante.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique de face de la source primaire du radar montrant, selon l'invention, la position des éléments rayonnants de la source primaire des voies I.F.F. par rapport à la source primaire du radar;

- la figure 2 est une vue en coupe d'un élément rayonnant de la source primaire I.F.F. suivant la ligne II-II de la figure 3;

- la figure 3 est une vue en coupe de l'élément rayonnant de la source primaire I.F.F. suivant la ligne III-III de la figure 2;

- les figures 4a et 4b sont des schémas indiquant les combinaisons des signaux dans la voie somme I.F.F.;

- les figures 5a et 5b sont des schémas indiquant les combinaisons des signaux dans la voie différence I.F.F.;

- la figure 6 est un schéma montrant un exemple de réalisation du neutrodynage de la voie somme I.F.F.,

- la figure 7 est un schéma montrant un exemple de réalisation du neutrodynage de la voie différence I.F.F., et

- la figure 8 représente des courbes de diagrammes d'antennes qui permettent de montrer les résultats obtenus par la présente invention.

L'invention s'applique à une antenne de radar de surveillance qui comporte une source primaire et un réflecteur qui est illuminé par les signaux émis par la source primaire. Le réflecteur a la forme d'un paraboloïde à double courbure et la source primaire est légèrement déplacée par rapport au foyer du paraboloïde. Une telle antenne est souvent appelée à source primaire décalée ou à réflecteur décalé.

La source primaire est réalisée à l'aide d'un cornet 1 du type "tulipe" (figure 1) qui est connecté à l'émetteur radar par un guide d'onde muni d'un polariseur de manière à obtenir une polarisation circulaire du signal radar émis. Ce cornet peut aussi propager le mode TE_{10} en polarisation verticale et le mode TE_{01} en polarisation horizontale.

Selon l'invention, la voie Somme I.F.F. est obtenue à l'aide de deux éléments rayonnants identiques 3 et 4 placés dans le cornet 1 tandis que la voie Différence I.F.F. est obtenue à l'aide de quatre éléments rayonnants 5, 6, 7 et 8, identiques aux éléments 3 et 4 mais placés deux à deux de part et d'autre du cornet 1. Les éléments 3 et 4 sont disposés dans les parois haute 9 et basse 10 du cornet et sont inclinés par rapport au plan de l'ouverture du cornet. Les éléments 5 à 8 sont disposés dans un plan parallèle à celui de l'ouverture du cornet 1.

Chaque élément rayonnant 3 à 8 est constitué, comme le montre les figures 2 et 3, d'une cavité rectangulaire 11 en un matériau métallique qui comporte un fond 12 et quatre côtés 13, 14, 15 et 16. La cavité est fermée par un couvercle 17 qui est réalisé en matériau diélectrique. La paroi interne du couvercle est revêtue d'une couche métallique 18 de forme rectangulaire. L'ensemble couvercle 17 et couche métallique 18 constitue une plaque dite directrice.

Le fond 12 de la boîte est revêtu d'une couche diélectrique 19 surmontée d'une couche métallique 20 de forme rectangulaire dans laquelle sont pratiquées quatre fentes 21, 22, 23 et 24 disposées en croix l'une par rapport à l'autre. Les signaux hyperfréquence sont appliqués à la cavité 11 par l'intermédiaire de la plaque à fentes 20 qui est connectée en deux points 25 et 26 à des lignes coaxiales respectives 27 et 28. Le point 25 est situé dans l'alignement des fentes horizontales 22 et 24 tandis que le point 26 est situé dans l'alignement des fentes verticales 21 et 23. L'ensemble couche diélectrique 19 et couche métallique 20 constitue une plaque dite rayonnante.

Des coins de la plaque rectangulaire à fentes 20 sont terminés par des languettes métalliques 29 et 30 qui servent à parfaire l'adaptation en ajustant leur largeur et leur longueur. L'ensemble forme une cavité qui rayonne l'énergie sur une seule face, la face 17. Lorsque le signal hyperfréquence est appliqué au point 25, le vecteur champ électrique 31 est horizontal (polarisation horizontale). Par contre, lorsque le signal hyperfréquence est appliqué au point 26, le vecteur champ électrique 32 est vertical (polarisation verticale). Dans la suite de la description, le point 25 des éléments rayonnants sera référencé par la lettre H associée à un indice numérique. De manière similaire, le point 26 des éléments rayonnants sera référencé par la lettre V associée à un indice numérique. Les indices numériques 1 et 2 ont été affectés respectivement aux éléments rayonnants 3 et 4, les indices numériques 3 et 4 ont été affectés respectivement aux éléments rayonnants 5 et 8 et les indices numériques 5 et 6 ont été affectés respectivement aux éléments rayonnants 6 et 7.

Pour obtenir la voie Somme I.F.F. en polarisation verticale, on réalise l'excitation des points V_1 et V_2 des éléments rayonnants 3 et 4 à l'aide d'un circulateur en anneau hybride 33 (Figure 4-a) de manière à propager dans le cornet 1 le mode TE_{10} en polarisation verticale. Pour cela, le circulateur 33 comporte quatre bornes d'entrée/sortie B_1 , B_2 , B_3 et B_4 qui sont connectées respectivement à la source de signal I.F.F., au point V_1 , au point V_2 et à une charge C_1 . Ainsi, un signal I.F.F. appliqué en B_1 est divisé en deux signaux en phase qui apparaissent sur les bornes B_2 et B_3 . Ce mode de fonctionnement est utilisé à l'émission.

Comme le circulateur a un fonctionnement réciproque, des signaux en phase reçus en V_1 et V_2 , ont leur somme S_V qui apparaît à la borne B_1 . Ce mode de fonctionnement est utilisé à la réception.

Pour obtenir la voie Somme I.F.F. en polarisation horizontale, on connecte respectivement les points H_1 et H_2 aux bornes B_2 et B_3 d'un circulateur en anneau hybride 34. On obtient alors sur la borne B_1 le signal Somme S_H en polarisation horizontale. La borne B_4 est connectée à l'impédance de charge.

Pour obtenir la voie Différence I.F.F., on utilise les éléments rayonnants latéraux 5, 6, 7 et 8 et on effectue les connexions suivantes qui seront décrites en relation avec les figures 5-a et 5-b. Les sorties V_3 et V_4 des éléments rayonnants 5 et 8 sont regroupées pour être connectées à la borne B_2 d'un circulateur en anneau hybride 35. De même, les sorties V_5 et V_6 des éléments rayonnants 6 et 7 sont regroupées pour être connectées à la borne B_4 du circulateur 35. On recueille alors le signal Différence D_V en polarisation verticale sur la borne B_1 . Quant à la borne B_3 , elle est connec-

tée à une charge.

Pour obtenir le signal Différence D_H en polarisation horizontale, les sorties H_3 et H_4 des éléments rayonnants 5 et 8 sont regroupées pour être connectées à la borne B_2 d'un circulateur en anneau hybride 36 (figure 5-b). De même, les sorties H_5 et H_6 des éléments rayonnants 6 et 7 sont regroupées pour être connectées à la borne B_4 du circulateur 36. Le signal Différence D_H est alors recueilli sur la borne B_1 . Ici aussi, la borne B_3 est connectée à une charge.

La description qui vient d'être faite en relation avec les figures 1 à 5 montre qu'il est possible, en mettant en oeuvre l'invention, de réaliser une antenne I.F.F. intégrée à une antenne radar du type à réflecteur double courbure avec source primaire décalée.

La description qui suit, en relation avec les figures 6, 7 et 8, montrera qu'il est possible en mettant en oeuvre d'autres aspects de l'invention de diminuer le niveau de polarisation croisée dans les deux voies Somme et Différence en combinant les signaux reçus sur l'antenne I.F.F. décrite ci-dessus.

A cet effet, on met en oeuvre un procédé de neutrodynage ou de mélange des signaux reçus sur les différentes voies Somme et Différence. La figure 6 donne le schéma fonctionnel du neutrodynage sur la voie Somme et la figure 7 donne le schéma fonctionnel du neutrodynage sur la voie Différence.

On rappellera qu'un réflecteur "décalé" qui est éclairé par un diagramme de rayonnement primaire du type pair donne un diagramme de rayonnement de type impair en polarisation croisée. Par contre, si le réflecteur est éclairé par un diagramme de rayonnement primaire de type impair, le diagramme de rayonnement du réflecteur sera pair en polarisation croisée.

Dans le cas de la voie Somme I.F.F. en polarisation verticale, le diagramme de rayonnement en polarisation croisée est pair. Pour diminuer son niveau, il est proposé de mélanger à la voie somme I.F.F. en polarisation verticale un diagramme primaire de type impair en polarisation horizontale de manière à obtenir un diagramme de rayonnement de type pair qui se soustrait au diagramme de rayonnement en polarisation croisée. On peut alors régler le niveau de polarisation croisée de la voie Somme I.F.F. en ajustant l'amplitude et la phase du diagramme primaire de type impair en polarisation verticale.

Dans l'exemple de réalisation particulier de la figure 6, le diagramme primaire qui est utilisé est celui de la voie Différence en polarisation horizontale. Pour cela, les bornes H_3 et H_4 des éléments rayonnants 5 et 6 sont connectées à la borne B_2 du circulateur 36 tandis que les bornes H_5 et H_6

des éléments rayonnants 6 et 7 sont connectées à la borne B_4 du circulateur 36. Le signal différence D_H est obtenu sur la borne B_1 et est appliqué à un déphaseur 37. Le signal différence déphasé D_H est mélangé au signal de la voie somme à l'aide d'un coupleur 38. En choisissant convenablement la valeur du déphasage dans le déphaseur 37, on obtient une diminution sensible du niveau de la polarisation croisée dans la voie Somme I.F.F. Sur la figure 8, la courbe 39 représente le diagramme de rayonnement de la voie Somme.

En l'absence du neutrodynage selon l'invention, le diagramme de rayonnement en polarisation croisée est donné par la courbe 40. Avec neutrodynage selon l'invention, le diagramme de rayonnement en polarisation croisée est donné par la courbe 41, ce qui représente une amélioration de dix décibels.

Pour diminuer le niveau de polarisation croisée dans la voie Différence, on utilise le diagramme de la voie Somme en polarisation horizontale pour le mélanger après déphasage approprié avec le diagramme de la voie différence en polarisation verticale. La figure 7 donne le schéma d'un exemple de réalisation particulier dans lequel les bornes V_3 et V_4 des éléments rayonnants 5 et 8 sont connectées à la borne B_2 du circulateur 35 tandis que les bornes V_5 et V_6 des éléments rayonnants 6 et 7 sont connectées à la borne B_4 du circulateur 35. Le signal Différence D_V est fourni par la borne B_1 et est appliqué à un coupleur 39. Par ailleurs, les bornes H_1 , H_2 des éléments rayonnants sont connectées respectivement aux bornes B_2 et B_3 du circulateur 34 et le signal somme S_H est fourni par la borne B_1 . Le signal S_H est déphasé dans un déphaseur 40 pour obtenir un signal S'_H qui est appliqué au coupleur 39. En modifiant la phase du signal S_H , on peut régler le niveau de la polarisation croisée de la voie Différence et en obtenir une diminution importante de l'ordre de dix décibels.

Revendications

1. Système d'intégration des voies somme et différence I.F.F. dans une antenne de surveillance radar, ladite antenne comportant une source primaire du type cornet (1) qui éclaire un réflecteur du type décalé, la source primaire I.F.F. comportant deux éléments rayonnants intégrés dans la source primaire de l'antenne de surveillance radar et des éléments rayonnants supplémentaires disposés de part et d'autre dudit cornet, caractérisé en ce que la source primaire de la voie somme I.F.F. est obtenue par deux éléments rayonnants (3, 4) disposés dans le cornet (1) et en ce que la source primaire de la voie différence I.F.F. est obtenue par quatre éléments rayonnants (5, 6, 7, 8) disposés

deux de part et d'autre du cornet (1).

2. Système d'intégration selon la revendication 1, caractérisé en ce que les signaux de la voie différence en polarisation horizontale sont, après déphasage approprié dans un déphaseur (37), mélangés à l'aide d'un coupleur (38) aux signaux de la voie somme en polarisation verticale, ce qui permet d'obtenir une diminution des signaux parasites de la voie somme I.F.F. en polarisation croisée.

5

3. Système d'intégration selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les signaux de la voie somme en polarisation horizontale sont, après déphasage approprié dans un déphaseur (40), mélangés à l'aide d'un coupleur (39) aux signaux de la voie différence en polarisation verticale, ce qui permet d'obtenir une diminution des signaux parasites de la voie différence I.F.F. en polarisation croisée.

10

15

4. Système d'intégration selon la revendication 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que chaque élément rayonnant est constitué par une cavité résonnante qui comprend une boîte rectangulaire métallique (13) dont le fond comporte une plaque conductrice rayonnante (20) reposant sur une couche diélectrique (19) et dont le couvercle est constitué par une plaque conductrice (18) qui est portée par une couche diélectrique (17) et qui fait face à la plaque conductrice rayonnante (20).

20

25

5. Système d'intégration selon la revendication 4, caractérisé en ce que la plaque conductrice rayonnante (20) comporte des fentes (21, 22, 23, 24) disposées en croix et associées à des bornes (25, 26) d'entrée/sortie des signaux électriques.

30

35

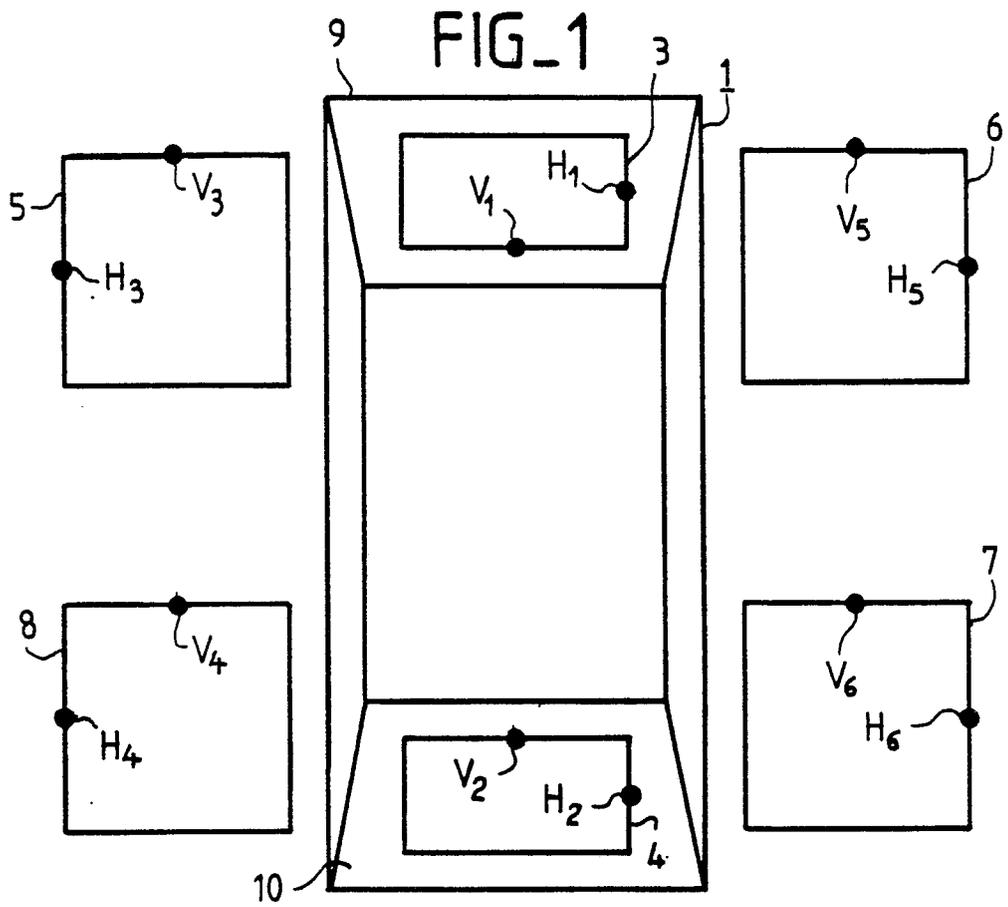
40

45

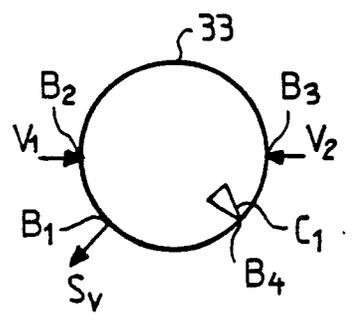
50

55

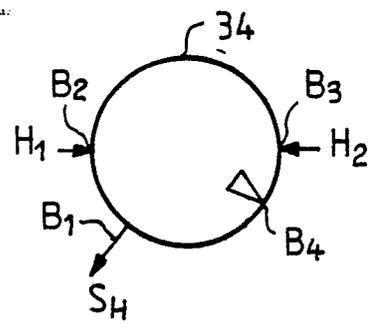
5



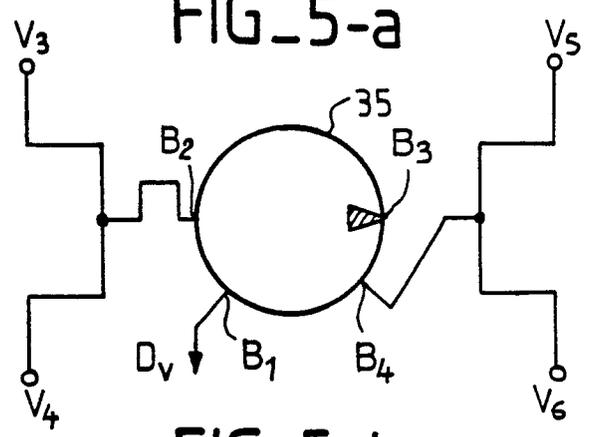
FIG_4-a



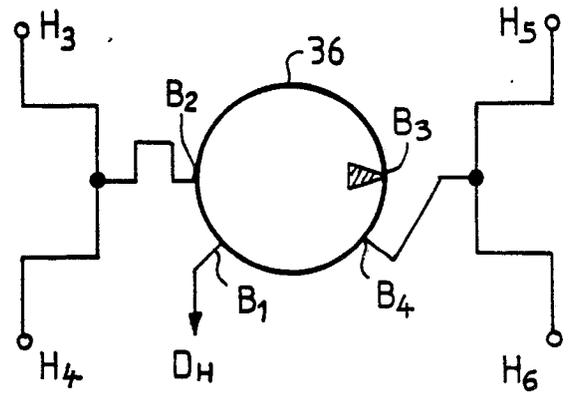
FIG_4-b



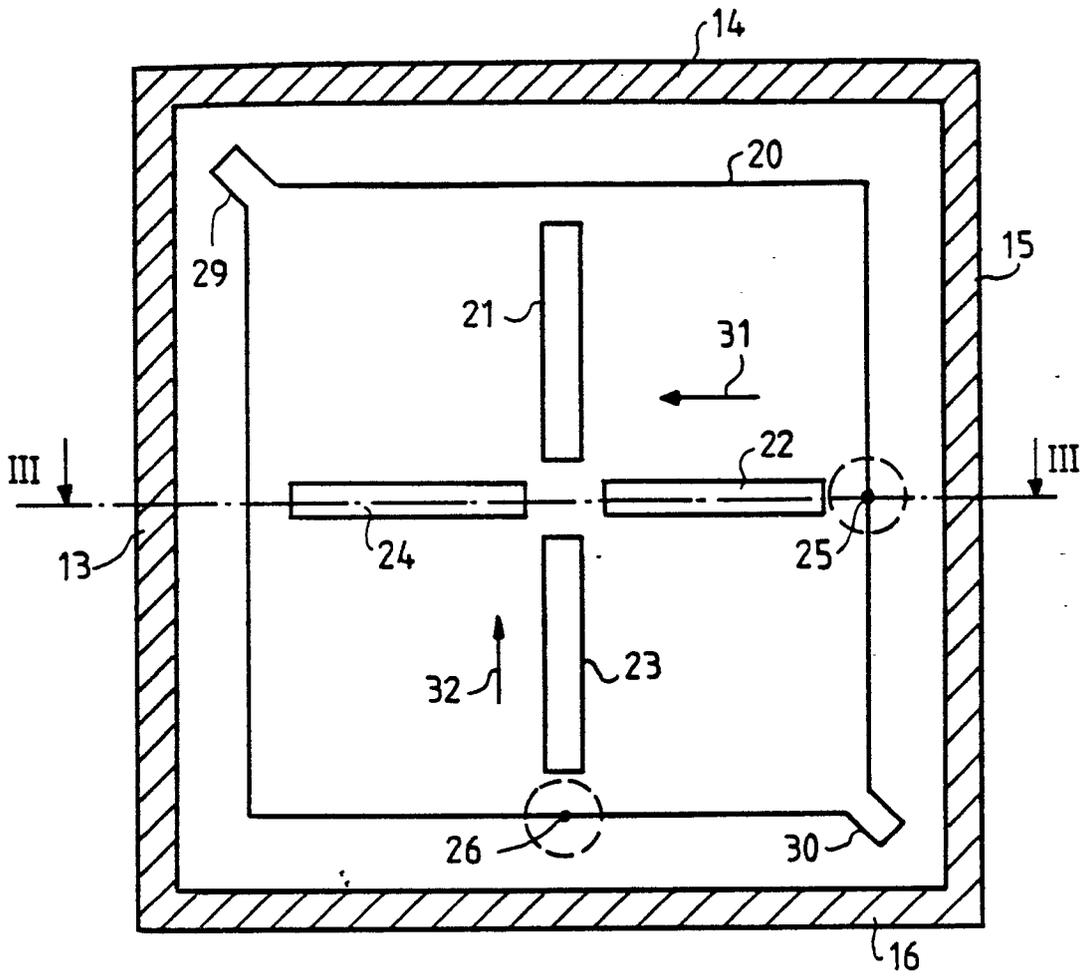
FIG_5-a



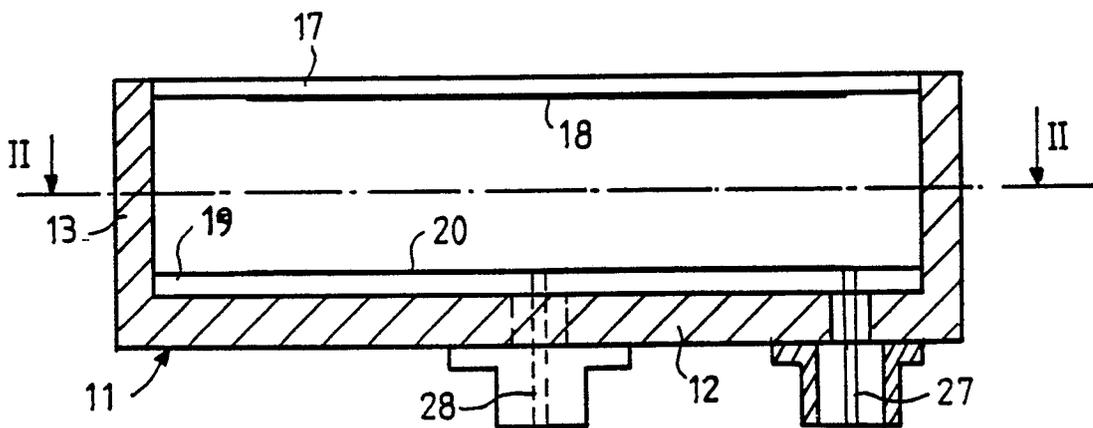
FIG_5-b

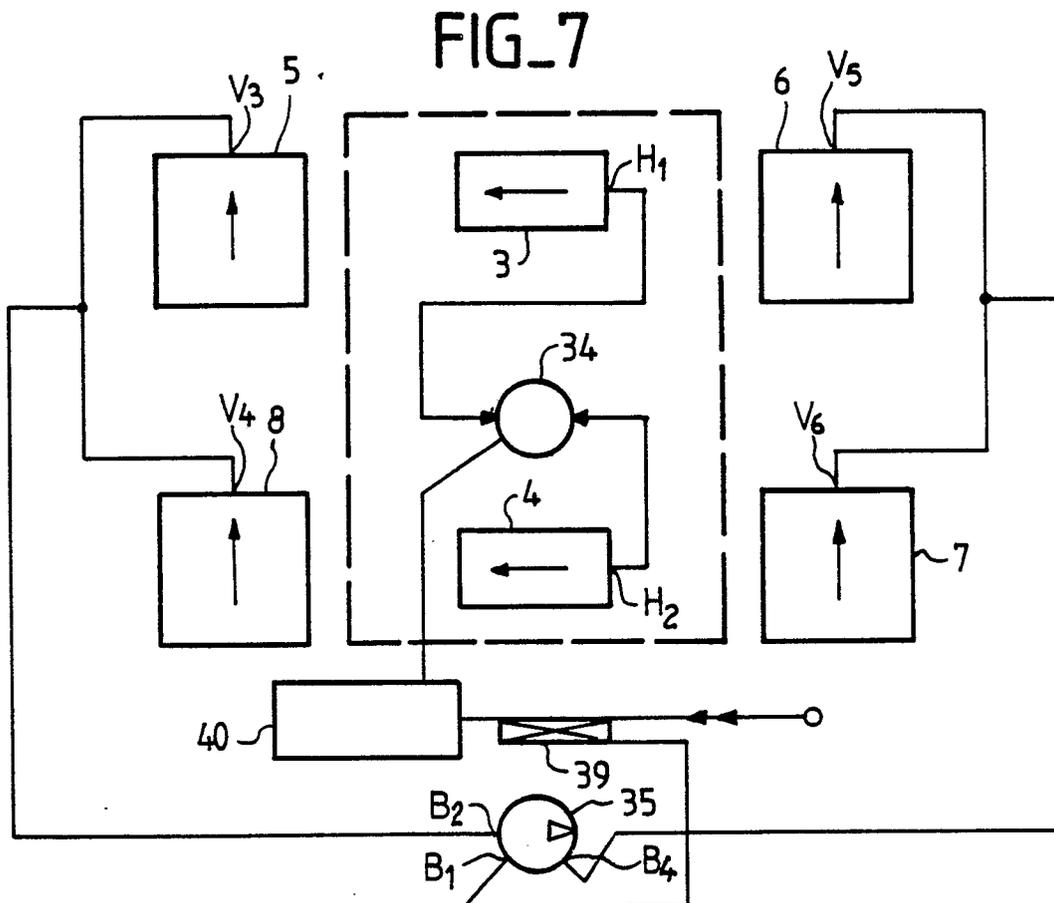
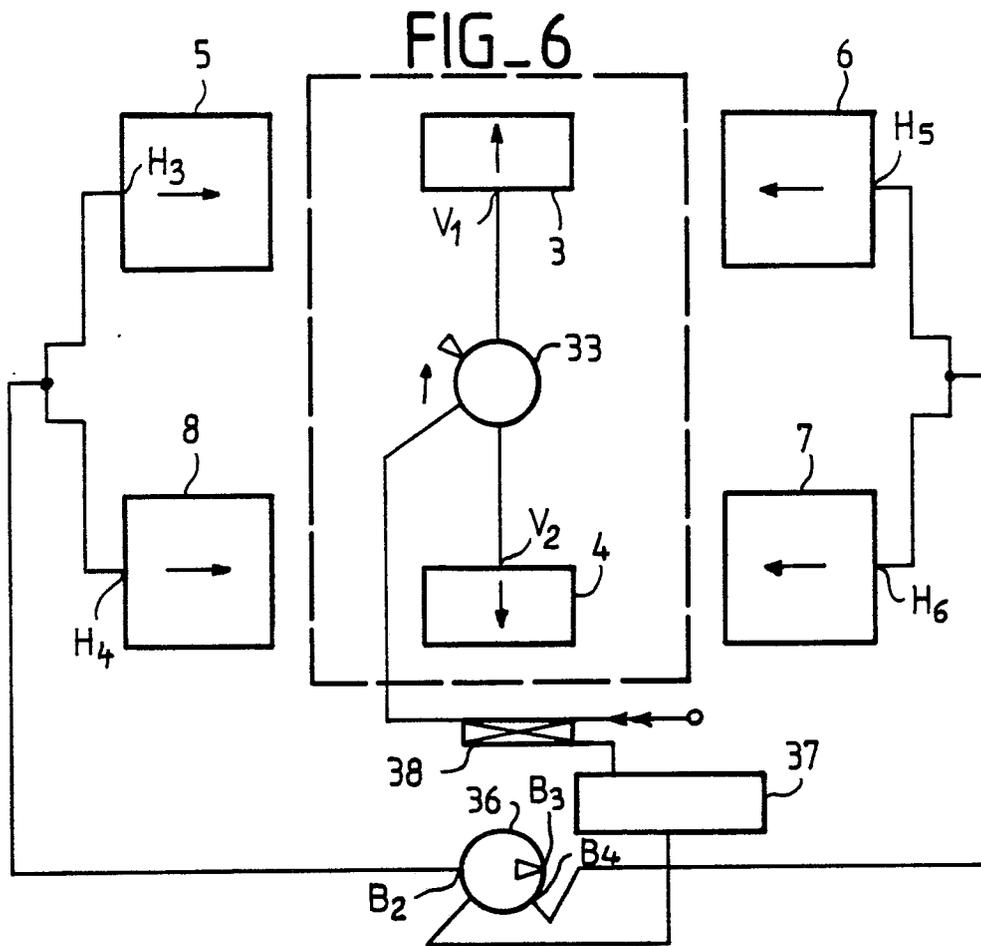


FIG_2

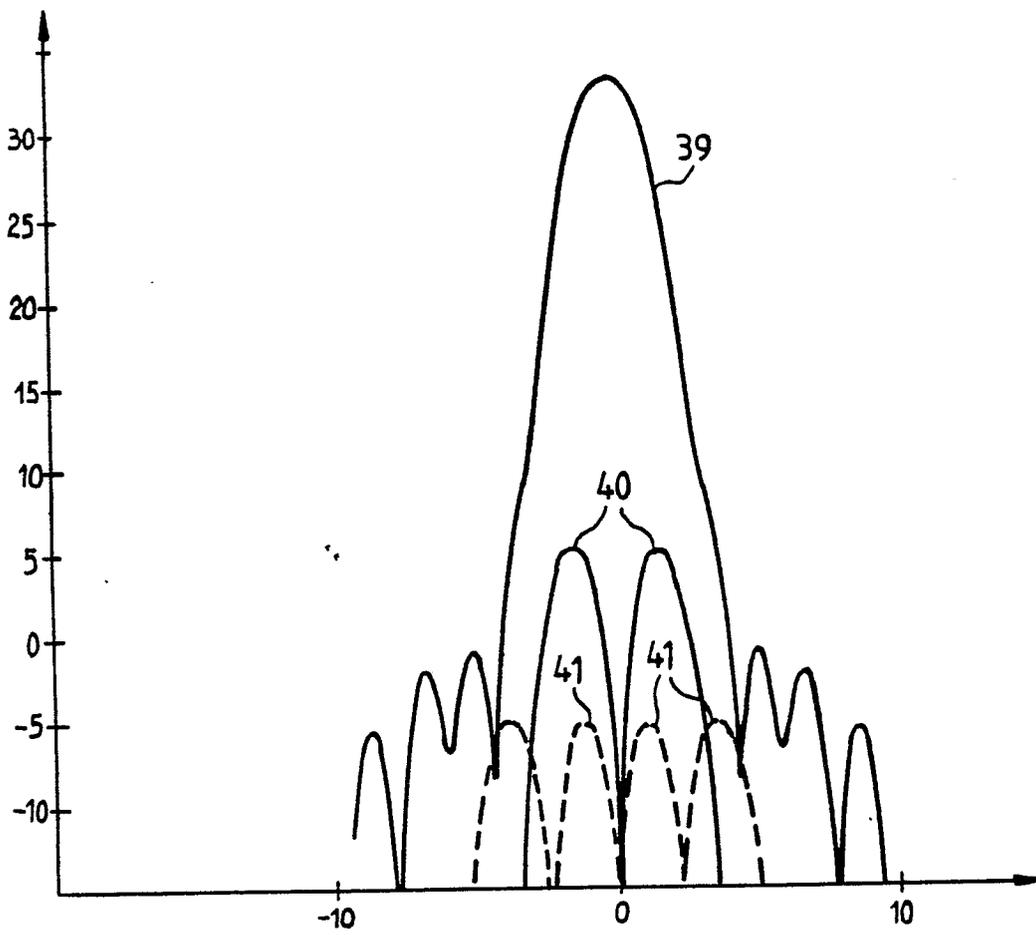


FIG_3





FIG_8





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.5)
Y	EP-A-0 025 739 (THOMSON-CSF) * Résumé; revendications 1-3; figures 1-3 *	1-3	H 01 Q 25/02 H 01 Q 5/00 H 01 Q 9/04
Y	DE-A-2 139 216 (SIEMENS) * Page 6, lignes 4,21; figures 6,7 *	1-3	
A	DE-A-2 315 241 (SIEMENS) * Revendications 1-9; figures 1,6 *	1-4	
A	US-A-4 047 179 (APPELBAUM et al.) * Résumé; figures 1A,2 *	1,4,5	
A	EP-A-0 018 476 (BALL CORP.) * Résumé; figures 1-7 *	4,5	
A	EP-A-0 279 050 (BALL CORP.) * Résumé; figures 1-4 *	4,5	
A	FR-A-1 271 598 (COMPAGNIE FRANCAISE THOMSON-HOUSTON) * Figures 2a,2b,3a,3b; page 2, colonne de droite *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
A	US-A-3 568 204 (BLAISDELL) * Résumé; figures 1,3 *	1	H 01 Q G 01 S 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 02-02-1990	Examineur ANGRABEIT F.F.K.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			