



12

## DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt : 92402834.3

51 Int. Cl.<sup>5</sup> : H01Q 3/36

22 Date de dépôt : 16.10.92

30 Priorité : 31.10.91 FR 9113486

72 Inventeur : Cachier, Gérard, Thomson-CSF  
SCPI - Cédex 67  
F-92045 Paris la Défense (FR)

43 Date de publication de la demande :  
09.06.93 Bulletin 93/23

74 Mandataire : Beylot, Jacques et al  
Thomson-CSF SCPI B.P. 329  
F-92402 COURBEVOIE CEDEX (FR)

84 Etats contractants désignés :  
DE GB IT SE

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

54 Procédé et dispositif de rejet des harmoniques émis par une antenne active à balayage électronique.

57 Le procédé concerne les antennes actives à balayage électronique constituées d'un réseau d'éléments rayonnants ( $E_0, \dots, E_m$ ) excités à l'émission par des amplificateurs de puissance individuels ( $A_0, \dots, A_m$ ) disposés dans des modules actifs ( $M'_0, \dots, M'_m$ ) placés au plus près des éléments rayonnants ( $E_0, \dots, E_m$ ). Il consiste à réduire le niveau des harmoniques émis en partageant les amplificateurs de puissance ( $A_0, \dots, A_m$ ) en au moins deux groupes et en imposant aux amplificateurs de puissance ( $A_0, \dots, A_m$ ) une valeur commune de déphasage  $\varphi$  non nulle qui s'ajoute aux valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique et qui est obtenue, pour l'un des groupes, en entrée des amplificateurs de puissance et pour l'autre groupe en sortie des amplificateurs de puissance. La valeur commune de déphasage  $\varphi$  est avantageusement prise égale à  $\pi$  pour réduire les harmoniques pairs ou à  $\pi/2$  pour réduire les harmoniques impairs. La réduction du niveau des harmoniques est due au fait que ceux-ci ne s'additionnent plus en phase dans le signal de l'antenne active mais avec un écart de phase égale à  $(n-1) \varphi$ ,  $n$  étant l'ordre de l'harmonique considéré.

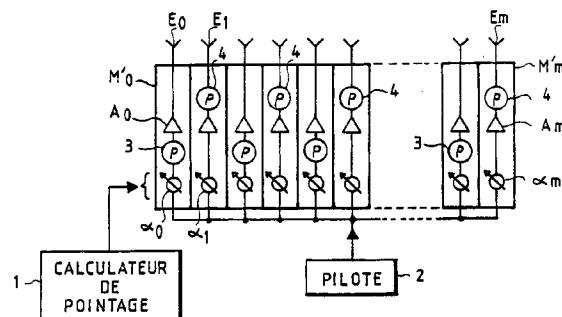


FIG.2

La présente invention concerne les antennes actives à balayage électronique constituées d'un réseau d'éléments rayonnants excités, à l'émission, par des amplificateurs de puissance individuels disposés dans des modules actifs placés au plus près des éléments rayonnants. Elle est relative, plus particulièrement, à la réduction du niveau des harmoniques émis qui sont dus aux inévitables non linéarités des amplificateurs de puissance. Cette réduction du niveau d'harmoniques est utile pour éviter les interférences parasites entre les différents équipements d'un avion. On sait aussi que l'absence d'harmoniques permet de mieux optimiser les circuits à la fréquence d'utilisation, donc d'améliorer la puissance et le rendement électronique.

Une méthode connue de réduction du niveau des harmoniques est le filtrage. Elle ne peut cependant être utilisée pour les harmoniques qui tombent dans la bande passante de l'antenne. En outre, avec des antennes hyperfréquences, le faible volume disponible pour les modules actifs qui sont disposés au plus près des éléments rayonnants rend difficile la réalisation de filtres d'harmoniques.

Une autre méthode connue pour limiter les harmoniques consiste à réduire la puissance de fonctionnement des amplificateurs de puissance fournissant les signaux d'excitation mais cela se traduit par un moindre rendement et par une perte de puissance d'émission pour l'antenne active.

Il est également connu d'éliminer les harmoniques pairs engendrés par un amplificateur en l'équivalant en sortie de deux étages push pull qui travaillent en parallèle et en opposition de phase pour symétriser les arches positives et les arches négatives du signal amplifié, et dont les signaux de sortie sont additionnés en opposition de phase de manière que les tensions et donc les puissances s'ajoutent. Cependant la réalisation d'un tel amplificateur en hyperfréquence nécessite l'utilisation, en sortie des étages push pull, d'un combiné, par exemple de type Lange ou Wilkinson, ou d'un dispositif balun ayant la bande passante nécessaire qui sont des dispositifs encombrants ayant des pertes en hyperfréquence.

La présente invention a pour but de diminuer les harmoniques émis par une antenne active tout en luttant contre les inconvénients précités.

Elle a pour objet un procédé de rejet des harmoniques émis par une antenne active à balayage électronique comportant un réseau d'éléments rayonnants excités chacun, à l'émission, par un amplificateur individuel de puissance. Ce procédé consiste à partager en au moins deux groupes les amplificateurs individuels de puissance et à imposer aux amplificateurs de chaque groupe une valeur commune de déphasage non nulle qui s'ajoute aux valeurs individuelles de déphasage nécessaires par le balayage électronique et qui est obtenue pour l'un des deux groupes en entrée des amplificateurs de puissance et

pour l'autre groupe en sortie des amplificateurs de puissance. (Cette valeur commune ne modifie pas le fonctionnement de l'antenne).

Les harmoniques d'ordre  $n$  engendrés par le groupe d'amplificateurs de puissance s'étant vus imposer le déphasage commun  $\phi$  en entrée sont tous déphasés de  $n\phi$ , tandis que ceux engendrés par le groupe d'amplificateurs de puissance s'étant vus imposer le déphasage commun  $\phi$  en sortie sont tous déphasés de  $\phi$ , les phases  $\phi$  et  $n\phi$  étant mesurées par rapport à la phase de l'harmonique d'ordre  $n$ , générée par un amplificateur n'ayant aucun déphasage à son entrée, ni à sa sortie (le déphasage de sortie est à très large bande, et possède donc la même phase de transmission à la fréquence  $\phi$  et à la fréquence harmonique  $n\phi$ ). Ainsi les harmoniques présents dans les signaux de sortie de ces deux groupes d'amplificateurs de puissance ne sont plus en phase mais déphasés entre eux de  $(n-1)\phi$ . Ils peuvent donc s'annuler par combinaison des signaux rayonnés provenant de deux amplificateurs de puissance appartenant à des groupes différents pour peu que ces amplificateurs se voient imposer la même valeur de déphasage individuel par le balayage électronique et que la valeur  $(n-1)\phi$  vaille  $\frac{\pi}{2}$ . Tout se passe alors comme si ces harmoniques étaient filtrés en se réfléchissant sur l'antenne. Les amplificateurs de puissance "voient" alors un filtre rejecteur d'harmoniques.

La valeur commune de déphasage peut être choisie égale à  $\pm\frac{\pi}{2}$  de façon à réduire les harmoniques pairs ( $n = 2, 4, \dots$ ) par effet push pull. Elle peut également être choisie égale à  $\pm\frac{\pi}{2}/2$  de façon à réduire l'harmonique 3 ( $n = 3$ ).

Dans le cas où l'antenne active possède un réseau d'éléments rayonnants organisé en rangées horizontales et colonnes verticales, il est avantageux d'affecter les amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants d'une rangée sur deux à l'un des groupes, et les amplificateurs de puissance restants à l'autre groupe. Cela permet d'obtenir un taux de réduction des harmoniques indépendant du balayage en gisement. On peut également affecter les amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants d'une colonne sur deux à l'un des groupes et les amplificateurs de puissance restants à l'autre groupe. On obtient alors un taux de réduction des harmoniques indépendant du balayage en site. Une combinaison des deux répartitions est possible par exemple pour avoir un taux de réduction des harmoniques pairs indépendant du balayage en gisement et un taux de réduction des harmoniques 3 indépendant du balayage en site.

La présente invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé précité.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention ressortiront de la description d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple. Cette description sera faite ci-après en regard du dessin dans lequel :

- la figure 1 représente, de manière schématique, la structure habituelle d'une antenne active d'émission ;
- la figure 2 représente, de manière schématique, la structure d'une antenne active d'émission selon l'invention ;
- les figures 3A et 3B illustrent une répartition possible, entre les entrées et les sorties des amplificateurs de puissance d'une antenne active selon l'invention, d'une valeur commune de déphasage  $\frac{\pi}{2}$  imposée à tous les amplificateurs de puissance pour réduire les harmoniques pairs ;
- les figures 4A et 4B, illustrent une répartition possible, entre les entrées et les sorties des amplificateurs de puissance d'une antenne active selon l'invention, d'une valeur commune de déphasage  $\frac{\pi}{2}$  imposée à tous les amplificateurs de puissance pour réduire l'harmonique 3 ;
- les figures 5A et 5B, illustrent une répartition possible, entre les entrées et les sorties des amplificateurs de puissance d'une antenne active selon l'invention, de deux valeurs communes additionnelles de déphasage  $\frac{\pi}{2}$  et  $\frac{\pi}{2}$  imposées à tous les amplificateurs de puissance pour réduire les harmoniques pairs et l'harmonique 3 et
- les figures 6 et 7, représentent un type d'éléments rayonnants hyperfréquences permettant de simuler une inversion de phase de leur signal d'excitation par simple retournement de leur structure.

La figure 1, montre la structure habituelle d'une antenne active d'émission à balayage électronique. Celle-ci comporte un réseau linéaire de  $m+1$  éléments rayonnants  $E_0, \dots, E_m$  identiques disposés en sortie de  $m+1$  modules actifs identiques  $M_0, \dots, M_m$ . Chaque module actif  $M_0, \dots, M_m$  renferme un amplificateur de puissance  $A_0, \dots, A_m$  qui excite l'élément rayonnant placé en sortie du module actif considéré et un déphaseur  $\alpha_0, \dots, \alpha_m$  réglable entre  $0$  et  $360^\circ$ , placé en entrée de l'amplificateur de puissance.

Un circuit pilote 1 délivre un signal d'excitation commun à l'ensemble des amplificateurs de puissance  $A_0, \dots, A_m$  des modules actifs  $M_0, \dots, M_m$  par l'intermédiaire des déphasateurs réglables  $\alpha_0, \dots, \alpha_m$  pour assurer le balayage électronique. Le balayage électronique consiste à donner au lobe principal d'émission de l'antenne active la direction souhaitée faisant un angle  $\theta$  par rapport au plan du réseau d'éléments rayonnants  $A_0, \dots, A_m$  en imposant à chaque déphaseur réglable  $\alpha_i$ , une valeur de déphasage telle que :

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta = (\alpha_{i+1} - \alpha_i)$$

( $\lambda$  étant la longueur d'onde émise et  $d$  la distance d'espacement entre deux éléments rayonnants consécutifs) qui permet de construire un plan d'onde

dans la direction souhaitée.

Dans le cas d'une antenne active hyperfréquence, les amplificateurs de puissance des modules actifs sont des circuits intégrés AsGa employés aux limites de leurs caractéristiques engendrant une quantité non négligeable d'harmoniques qui accaparent une partie de la puissance émise diminuant le rendement de l'antenne et qui peuvent parasiter d'autres équipements radio-électriques placés dans le voisinage.

Pour diminuer l'amplitude de ces harmoniques au niveau global du signal émis par l'antenne active on propose de créer un effet push pull entre des paires d'amplificateurs de puissance. Pour ce faire, on partage, comme représenté à la figure 2, les modules actifs ( $M_0, \dots, M_m$ ) en deux groupes, par exemple ceux d'indices pairs et ceux d'indices impairs et on impose, aux amplificateurs de puissance des modules actifs, une valeur commune de déphasage  $\phi$  non nulle qui s'ajoute aux valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique et qui est obtenue, pour l'un des groupes de modules actifs, ceux d'indices pairs, par un déphaseur fixe 3 placé en entrée de l'amplificateur de puissance et, pour l'autre groupe de modules actifs, ceux d'indices impairs, par un déphaseur fixe 4 placé en sortie de l'amplificateur de puissance.

On a ainsi déphasé le signal fondamental émis par chaque élément rayonnant de l'antenne active d'une valeur  $\phi$  ce qui ne change rien au pointage de l'antenne ni à aucune de ses caractéristiques. Par contre les harmoniques se trouvent déphasés de la valeur  $n\phi$  ( $n$  étant le rang de l'harmonique considéré), pour le groupe de modules actifs d'indices pairs, ayant le déphaseur fixe 3 placé en entrée de l'amplificateur de puissance, et de la valeur  $\phi$ , pour le groupe de modules actifs d'indices impairs ayant le déphaseur fixe 4 placé en sortie de l'amplificateur de puissance. Les harmoniques présents dans les signaux émis par les éléments rayonnants excités par les deux groupes de modules actifs ne sont plus en phase, mais déphasés de  $(n-1)\phi$ , et peuvent donc s'annuler par combinaison dans les signaux rayonnés provenant de deux amplificateurs de puissance de deux modules actifs voisins ou non appartenant à deux groupes différents pour peu que ces amplificateurs de puissance se voient imposer la même valeur ou des valeurs proches de déphasage individuel par le calculateur de pointage et que la valeur  $(n-1)\phi$  vaille le  $\frac{\pi}{2} + 2K\pi$ .

Le déphaseur fixe 3 placé en entrée de l'amplificateur de puissance des modules actifs d'indices pairs n'est mentionné dans la figure 2 que dans un but explicatif. Dans la réalité, il est confondu avec le déphaseur réglable  $\alpha_i$  dont on modifie en conséquence l'étalonnage. Il peut également, pour la valeur particulière  $\frac{\pi}{2}$  et certains types d'amplificateur de puissance à entrées différentielles, être supprimé et rempla-

cé par une attaque de l'amplificateur de puissance sur son entrée inverseuse au lieu de son entrée non inverseuse ou réciproquement.

On remarque que le déphasage 4 placé en sortie de l'amplificateur de puissance des modules actifs d'indice impair doit fonctionner sur une très large bande. Il doit en particulier posséder une phase de transmission  $\varphi$  identique pour le signal et les fréquences harmoniques. Ce déphasage peut également, pour la valeur particulière  $\frac{\pi}{2}$  et certains types d'éléments rayonnants, être supprimé et remplacé par une inversion de l'orientation des éléments rayonnants.

On peut donc aboutir, pour certains types d'antennes actives et une valeur commune de déphasage égale à  $\frac{\pi}{2}$ , à une structure qui ne présente pas une complexité plus grande que la structure classique.

La valeur commune de déphasage égale à  $\frac{\pi}{2}$  présente l'intérêt, outre les simplifications de structure qu'elle entraîne, de réduire l'émission des harmoniques pairs de type 2nf.

Les figures 3A et 3B illustrent une répartition possible, en deux groupes, des modules actifs d'une antenne active ayant un réseau d'éléments rayonnants organisé en rangées horizontales et colonnes verticales. Chaque module actif est représenté par une case renfermant, dans la figure 3A, la valeur du déphasage réalisé en entrée de son amplificateur de puissance indépendamment de la valeur individuelle de déphasage imposée par le balayage électronique et, dans la figure 3B, la valeur du déphasage réalisé en sortie de son amplificateur de puissance, la valeur commune de déphasage étant choisie égale à  $\frac{\pi}{2}$ . Dans cette répartition, les modules actifs d'une rangée sur deux sont affectés à l'un des groupes tandis que les modules actifs restants sont affectés à l'autre groupe. On obtient ainsi une réduction des harmoniques pairs qui est indépendante de l'angle de gisement pris par le faisceau de l'antenne active et qui est d'autant meilleure que l'angle de site pris par le faisceau de l'antenne active est faible (mais suffisante dans la zone de couverture habituelle de l'antenne). De façon plus précise lorsque l'antenne se déplace en site, la réduction des harmoniques pairs se produit tant qu'aucun lobe de réseau (ou lobe de diffraction) n'existe pour ces harmoniques. On sait que ces lobes de réseaux sont liés à l'existence de multiples solutions en  $\theta_p$  pour l'équation :

$$\frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta_p = (\alpha_{i+1} - \alpha_i)$$

ces multiples solutions  $\theta_p$  se produisant pour :

$$\alpha_{i+1} - \alpha_i = \Delta\varphi + 2p\frac{\pi}{2}$$

avec  $p$  = indice entier de 1 à  $n$  et  $\Delta\varphi$  = différence de phase c'est à dire pour les incrément de déphasage de  $360^\circ$  des déphasages des modules.

On sait aussi que cela est impossible lorsque :

$$\frac{2\pi}{\lambda} d < 0,5$$

(le cas limite où  $\frac{2\pi}{\lambda} d = 0,5$  correspond au cas où un lobe de réseau évanescents à  $\theta = 90^\circ$  est produit par un déphasage  $\alpha_{i+1} - \alpha_i = 180^\circ$ ).

5 En conséquence, tant que la condition

$$\frac{2\pi}{\lambda} d < 0,5$$

est remplie à la fréquence harmonique, il y a rejet de cet harmonique pour tous les sites.

10 Dans le cas contraire, la rejet de l'harmonique ne se produit que dans les angles de sites  $\theta$  faibles, tels que -toujours à la fréquence harmonique- on ait :

$$\sin \theta_p < \frac{\lambda}{2d}$$

15 Lorsque cette condition n'est pas remplie, la rejet de l'harmonique n'est que partielle.

Les figures 4A et 4B illustrent une autre répartition possible, en deux groupes, des modules actifs d'une antenne active ayant un réseau d'éléments rayonnants organisé en rangées horizontales et colonnes verticales. Chaque module actif est représenté par une case renfermant, dans la figure 4A, la valeur du déphasage réalisé en entrée de son amplificateur de puissance indépendamment de la valeur individuelle de déphasage imposée par le balayage électronique et, dans la figure 4B, la valeur du déphasage réalisé en sortie de son amplificateur de puissance, la valeur commune de déphasage  $\varphi$  étant choisie égale à  $\frac{\pi}{2}$  pour réduire l'émission des harmoniques d'ordre 3. Dans cette répartition, les modules actifs d'une colonne sur deux sont affectés à l'un des groupes tandis que les modules restants sont affectés à l'autre groupe. On obtient alors une réduction des harmoniques d'ordre 3 qui est indépendante de l'angle de site pris par le faisceau de l'antenne active et qui est d'autant meilleure que l'angle de gisement pris par le faisceau de l'antenne active est faible. L'évolution de cette réduction de l'harmonique 3 en fonction de l'angle de balayage en site se produit dans les mêmes conditions que celles décrites précédemment.

45 Les figures 5A et 5B illustrent une combinaison des deux répartitions illustrées aux figures 3A, 3B et 4A, 4B pour réduire à la fois les harmoniques pairs et l'harmonique d'ordre 3 émis par une antenne active ayant des éléments rayonnants organisés en rangées horizontales et colonnes verticales. Dans cette combinaison, les modules actifs subissent successivement deux partitions différentes en deux groupes.

50 Au cours d'une première partition destinée à réduire les harmoniques pairs, les modules actifs d'une rangée sur deux sont affectés à un groupe et les modules actifs restants à l'autre groupe, et on applique à leurs amplificateurs de puissance une première valeur commune de déphasage égale à  $\frac{\pi}{2}$  qui vient s'ajouter aux valeurs individuelles de déphasage nécessaires par le balayage électronique et qui est imposée, pour un groupe, en entrée des amplificateurs

de puissance et, pour l'autre groupe, en sortie des amplificateurs de puissance.

Au cours de la deuxième partition destinée à réduire les harmoniques d'ordre 3, les modules actifs d'une colonne sur deux sont affectés à un groupe et les modules actifs restant à l'autre groupe, et on applique à leurs amplificateurs de puissance une deuxième valeur commune de déphasage égale à  $\pi/2$  qui vient s'ajouter aux valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique et à la première valeur commune de déphasage, et qui est imposée, pour un groupe, en entrée des amplificateurs de puissance et, pour l'autre groupe, en sortie des amplificateurs de puissance.

Chaque module actif est représenté par une case renfermant, dans la figure 5A, la valeur du déphasage réalisé en entrée de son amplificateur de puissance indépendamment de la valeur individuelle de déphasage imposée par le balayage électronique et, dans la figure 5B, la valeur du déphasage réalisé en sortie de son amplificateur de puissance.

Dans cette combinaison des figures 5A et 5B, l'ensemble des amplificateurs de puissance de l'antenne active ont leurs signaux déphasés globalement de  $3\pi/2$  ce qui ne change rien au pointage de l'antenne. On constate en outre que les amplificateurs de puissance appartenant à deux rangées consécutives ont en sortie des déphaseurs présentant un écart de phase de  $\pi$  permettant une réduction par recombinaison des harmoniques pairs et que les amplificateurs de puissance appartenant à deux colonnes consécutives ont en sortie des déphaseurs présentant un écart de phase de  $\pi/2$  permettant une réduction par recombinaison des harmoniques d'ordre 3.

Les figures 6 et 7 illustrent un type d'élément rayonnant qui peut être utilisé pour une antenne active hyperfréquence et qui a l'avantage de faciliter la réalisation d'un déphasage de  $\pi$  en sortie des amplificateurs de puissance.

Ce type d'élément rayonnant a une structure triplaqué. Il est constitué d'un couple de fentes évasées 10, 11 et d'un élément de ligne d'excitation 14. Les fentes évasées 10, 11 de type Vivaldi sont creusées en regard l'une de l'autre dans les parois métalliques extérieures 12, 13 de la structure triplaqué avec leur ouverture évasée débouchant sur un bord de la structure triplaqué dans la direction de propagation des ondes en espace libre. L'élément de ligne d'excitation 14 est disposé dans le plan médian de la structure triplaqué. Il chemine sur l'un des côtés des fentes 10, 11 parallèlement à celles ci et présente une extrémité coudée à angle droit qui passe en travers des fentes 10, 11 perpendiculairement à leur direction avant de se terminer par une partie élargie 15 réalisant une adaptation d'impédance.

Le champ électrique rayonné par ce type d'éléments rayonnants est perpendiculaire à la direction des fentes évasées 10, 11 et parallèle aux plans des

parois de la structure triplaqué. Il s'inverse lorsque l'on retourne la structure triplaqué comme cela apparaît clairement de la comparaison des figures 6 et 7 ce qui revient à inverser l'orientation de l'extrémité de la ligne d'excitation passant au travers des fentes. Cette inversion du champ électrique correspond à un déphasage de  $\pi$  du signal d'excitation qui se trouve donc réalisé sans adjonction d'une structure spécifique de déphaseur, et de façon indépendante de la fréquence.

Ce type d'éléments rayonnants permet donc d'imposer aux amplificateurs de puissance qui les excitent, une valeur commune de déphasage de  $\pi$  réalisée pour les uns à leur entrée et pour les autres à leur sortie de manière à réduire les harmoniques pairs sans pour autant rendre la structure de l'antenne plus complexe.

## 20 Revendications

1. Procédé de rejet des harmoniques émis par une antenne active à balayage électronique comportant un réseau d'éléments rayonnants (Eo,...Em) excités chacun à l'émission par un amplificateur individuel de puissance (Ao,...Am) caractérisé en ce qu'il consiste à partager les amplificateurs de puissance (Ao,...Am), de l'antenne active en au moins deux groupes et à imposer aux amplificateurs de puissance une valeur commune de déphasage non nulle qui s'ajoute aux valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique et qui est obtenue, pour l'un des groupes, en entrée des amplificateurs de puissance et pour l'autre groupe en sortie des amplificateurs de puissance.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur commune de déphasage imposée aux deux groupes d'amplificateurs de puissance est égale à  $\pm\pi$ .
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la valeur commune de déphasage imposée aux deux groupes d'amplificateurs de puissance est égale à  $\pm\pi/2$ .
4. Procédé selon la revendication 1, appliqué à une antenne active ayant son réseau d'éléments rayonnants organisé en rangées horizontales et colonnes verticales caractérisé en ce que les amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants d'une rangée sur deux sont affectés à l'un des groupes, les amplificateurs de puissance restants étant affectés à l'autre groupe.
5. Procédé selon la revendication 1, appliqué à une antenne active ayant son réseau d'éléments

rayonnants organisé en rangées horizontales et colonnes verticales caractérisé en ce que les amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants d'une colonne sur deux sont affectés à l'un des groupes, les amplificateurs restants étant affectés à l'autre groupe.

6. Procédé selon la revendication 1 appliqué à une antenne active ayant un réseau d'éléments rayonnants organisés en rangées horizontales et colonnes verticales caractérisé en ce que l'on réduit les harmoniques pairs en partageant une première fois les amplificateurs de puissance de l'antenne active en deux premiers ensembles, chaque premier ensemble contenant les amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants d'une rangée sur deux, et en imposant aux amplificateurs de puissance un premier déphasage commun de  $\pm\frac{\pi}{2}$  qui s'ajoute aux valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique et qui est obtenu pour l'un des premiers ensembles en entrée des amplificateurs de puissance et pour l'autre en sortie des amplificateurs de puissance, et en ce que l'on réduit l'harmonique 3 en partageant à nouveau les amplificateurs de puissance de l'antenne active en deux deuxièmes ensembles, chaque deuxième ensemble contenant les amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants d'une colonne sur deux, et en imposant aux amplificateurs de puissance un deuxième déphasage commun  $\pm\frac{\pi}{2}$  qui s'ajoute aux valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique et au premier déphasage commun, et qui est obtenu pour l'un des deuxièmes ensembles en entrée des amplificateurs de puissance et pour l'autre en sortie des amplificateurs de puissance.

7. Dispositif de rejet des harmoniques émis par une antenne active à balayage électronique comportant un réseau d'éléments rayonnants (Eo,... Em) excités chacun à l'émission par un amplificateur individuel de puissance (Ao,... Am) caractérisé en ce qu'il comporte :

- des premiers moyens de déphasage ( $\alpha_i, 3$ ) qui sont placés en entrée d'un certain nombre d'amplificateurs de puissance formant un premier groupe et qui engendrent des valeurs de déphasage égales au valeurs individuelles de déphasage nécessitées par le balayage électronique augmentées d'une valeur commune de déphasage  $\phi$  non nulle ;
- et des deuxièmes moyens de déphasage (4) qui sont placés en sortie d'un certain nombre d'autres amplificateurs de puissance formant un deuxième groupe et qui engen-

dre la valeur commune de déphasage  $\phi$ .

8. Dispositif selon la revendication 7 caractérisé en ce que la valeur commune de déphasage  $\phi$  est égale à  $\pm\frac{\pi}{2}$ .

9. Dispositif selon la revendication 8 pour la rejet des harmoniques émis par une antenne active à balayage électronique ayant un réseau d'éléments rayonnants constitués chacun d'un couple de fentes évasées (10, 11) de type Vivaldi creusées l'une au dessus de l'autre dans les parois métalliques extérieures (12, 13) d'une structure triplaqué et excités au moyen d'un élément de ligne (14) qui est disposé sur l'élément médian de la structure triplaqué et dont l'extrémité vient en regard des fentes (10, 11) perpendiculairement à leur direction caractérisé en ce que les deuxièmes moyens de déphasage consistent en un changement d'orientation de  $\frac{\pi}{2}$  de l'extrémité (15) de la ligne d'excitation (14) quelle que soit la fréquence.

10. Dispositif selon la revendication 7 pour la rejet des harmoniques émis par une antenne active à balayage électronique ayant un réseau d'éléments rayonnants organisé en rangées horizontales et colonnes verticales caractérisé en ce que les premiers moyens de déphasage sont placés en entrée des amplificateurs de puissance excitant les éléments rayonnants appartenant à une rangée sur deux et en ce que les deuxièmes moyens de déphasage sont placés en sortie des amplificateurs de puissance restants.

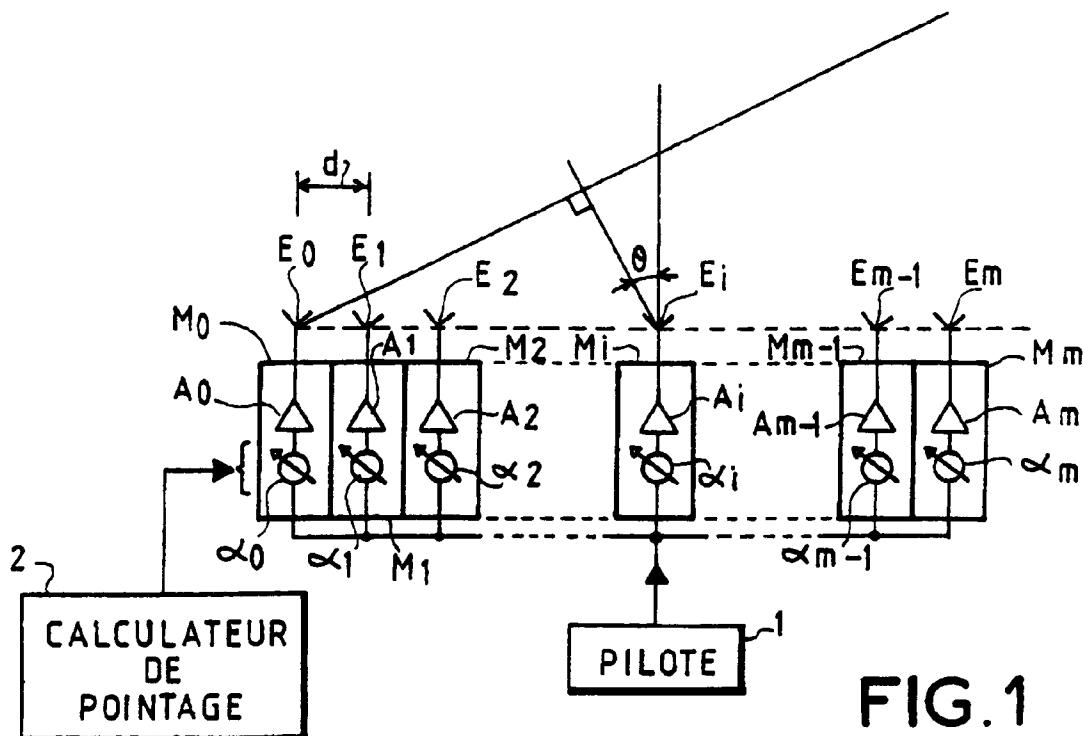


FIG.1

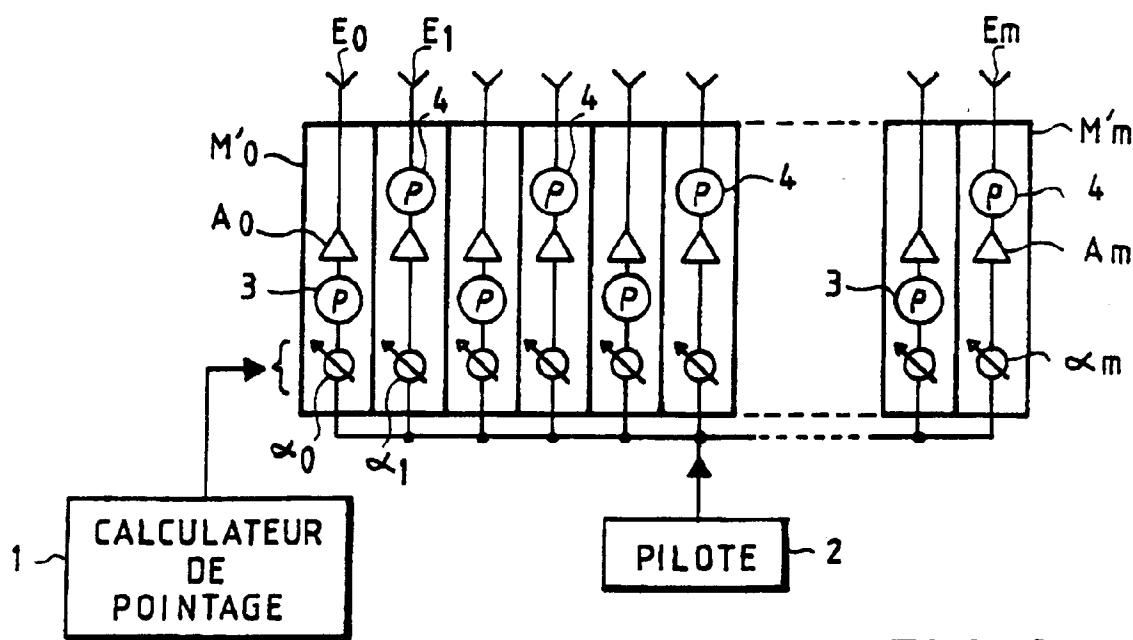


FIG.2

**FIG.3A**

$\pi$								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\pi$								
0	0	0	0	0	0	0	0	0

**FIG.3B**

0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\pi$								
0	0	0	0	0	0	0	0	0
$\pi$								

**FIG.4A**

$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0
$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0
$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0
$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0

**FIG.4B**

0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$
0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$
0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$
0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$

FIG.5A

$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$
$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0
$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$
$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0

FIG. 5B

0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$
$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$
0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$	0	$\pi/2$
$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$	$\pi$	$\frac{3\pi}{2}$

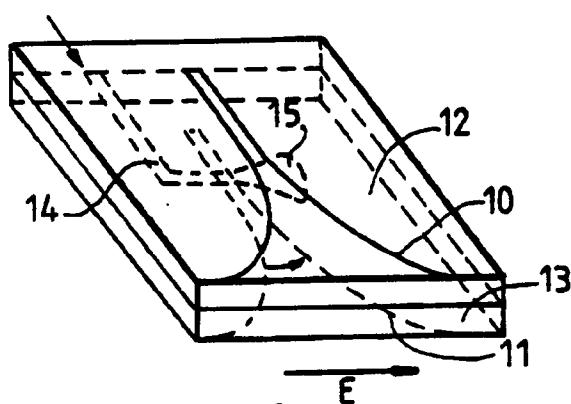


FIG. 6

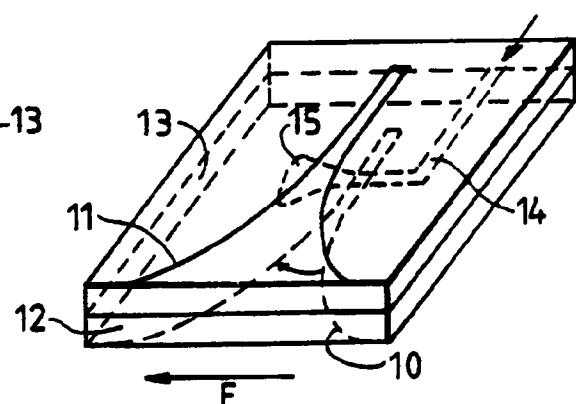


FIG. 7



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 92 40 2834

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)		
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes				
A	US-A-3 495 263 (AMITAY ET AL.) * colonne 2, ligne 47 - ligne 54; figures 1,2 *	1,2	H01Q3/36		
A	US-A-4 314 250 (HANELL ET AL.) * abrégé; figure 1 *	1			
A	WO-A-8 902 662 (PHASAR CORP.) * page 26, ligne 17 - ligne 24; figure 6 *	4,5			
A	DE-A-3 941 125 (TELEFUNKEN SYSTEMTECHNIK GMBH.) * abrégé; figure 1 * * colonne 1, ligne 46 - ligne 53 *	9			
		-----			
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)		
			H01Q H03F		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications					
Lieu de la recherche	Date d'achèvement de la recherche	Examinateur			
BERLIN	02 FEVRIER 1993	DANIELIDIS S.			
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES					
X : particulièrement pertinent à lui seul	T : théorie ou principe à la base de l'invention				
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie	E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date				
A : arrière-plan technologique	D : cité dans la demande				
O : divulgation non-écrite	L : cité pour d'autres raisons				
P : document intercalaire	.....				
& : membre de la même famille, document correspondant					