

Description

L'invention concerne un système de commande optique d'antenne à balayage électronique et notamment un système assurant à la fois la formation de faisceau à l'émission de l'antenne et la réception par l'antenne d'un faisceau réfléchi par une cible.

Le fonctionnement sur une large bande de fréquences instantanée des radars à balayage électronique nécessite leur commande, tant à l'émission qu'à la réception, en retards temporels. Cette nécessité résulte de la dispersivité des réseaux phasés.

De nombreuses architectures de commandes optiques d'antenne à balayage ont été proposées, mono ou bidimensionnelles, afin de contrôler le diagramme de rayonnement à l'émission et leur principe de fonctionnement a généralement été validé. Elles permettent d'envisager, compte tenu des performances des composants optoélectroniques actuels, la solution, à court ou moyen terme, sur des équipements opérationnels, au problème du dépointage des antennes réseaux avec la fréquence. On trouve un exemple d'une telle architecture dans le brevet français n° 2 659 754.

Cependant, le problème de la formation de faisceau en réception, utilisant des retards temporels n'est pas à ce jour résolu. Le principal obstacle à l'utilisation d'une architecture optique dans ce domaine demeure la dynamique très importante des signaux à traiter.

L'invention apporte une solution à ce problème.

L'invention concerne donc un système de commande optique d'antenne à balayage comportant des éléments déphaseurs à commander. Ce système comportant un ensemble de circuits optiques de création de retards recevant chacun un premier faisceau lumineux modulé par un signal électrique et fournissant chacun sur une sortie ce premier faisceau affecté d'un retard approprié, chaque élément déphaseur de l'antenne étant couplé à une sortie d'un circuit à retard par un premier photodétecteur, caractérisé en ce que :

- le premier faisceau est polarisé selon une première direction déterminée,
- les circuits optiques de création de retards (DCR) reçoivent également un deuxième faisceau lumineux modulé par un signal électrique et polarisé selon une deuxième direction orthogonale à la première direction, chaque circuit à retards induisant des retards complémentaires par rapport à une valeur de temps déterminée sur les lumières des premier et deuxième faisceaux qu'il reçoit ;
- il comporte un séparateur de faisceau couplé à chaque sortie des circuits à retards transmettant la lumière du premier faisceau au premier photodétecteur et transmettant la lumière du deuxième faisceau à un deuxième photodétecteur ; ainsi qu'un dispositif de formation du faisceau (FFC) par corrélation des signaux électriques fournis par les deuxième photodétecteurs et des signaux électriques détectés par les éléments de réception d'antenne.

Les différents objets et caractéristiques de l'invention apparaîtront plus clairement dans la description qui va suivre faite à titre d'exemple et dans les figures annexées qui représentent :

- la figure 1, un exemple général de réalisation du système de l'invention ;
- la figure 2, un exemple de réalisation plus détaillé du système de l'invention ;
- la figure 3, un schéma permettant l'explication du fonctionnement de l'antenne ;
- les figures 4a à 4c, une variante de réalisation du système de l'invention.

En se reportant à la figure 1 on va donc décrire un exemple général de réalisation du système de l'invention.

Le système comporte un ensemble DCR de circuits optiques de création de retards DCR1 à DCRn. Pour simplifier l'explication on prévoit autant de circuits DCR1 à DCRn qu'il y a d'éléments déphaseurs d'antenne ED1 à EDn à commander. Des sources lumineuses T1, T2 fournissent des faisceaux lumineux F1, F2 modulés soit en fréquence, soit en amplitude. Ces deux faisceaux sont polarisés linéairement selon des directions orthogonales. Ils sont de préférence de longueurs d'ondes différentes λ_1 pour le faisceau F1 et λ_2 pour le faisceau F2.

De plus, bien que cela ne soit pas obligatoire, les fréquences des signaux de modulation de ces faisceaux sont différentes.

Les faisceaux lumineux F1 et F2 sont superposés et transmis sur les entrées des différents circuits à retard chaque circuit à retard fait subir un retard approprié à la lumière qu'il transmet. Cela est symbolisé sur la figure 1 par des circuits DCR1 à DCRn ayant des longueurs (longueurs de transmission) différentes.

Chaque circuit DCR1 à DCRn retarde d'un temps t_i réglable la lumière provenant de l'un des faisceaux, F1 par exemple. Il retarde alors d'un temps $T - t_i$ la lumière provenant de l'autre faisceau (F2 selon l'exemple pris). Le temps T est un temps déterminé fixe qui est le même pour tous les circuits à retard. De préférence, ce temps T est égal ou supérieur au retard maximum fourni par chaque circuit.

A la sortie de chaque circuit est prévu un séparateur de faisceau MD1 à MDn. Ils aiguillent la lumière provenant

du faisceau F1 vers des photodétecteurs PDR_{1,1} à PDR_{n,1} lesquels commandent les éléments rayonnants ED1 à ED_n d'une antenne. Ces séparateurs sont de préférence des séparateurs de longueurs d'ondes ou séparateurs dichroïques dans le cas où les faisceaux sont des longueurs d'ondes différentes et sont adaptés à ces longueurs d'ondes.

Les photodétecteurs fournissent aux éléments déphaseurs ED1 à ED_n des courants retardés les uns par rapport aux autres selon les retards apportés par les circuits à retard DCR1 à DCR_n. Dans ces conditions la commande des circuits à retard permet d'agir sur la direction d'émission de l'antenne.

Les séparateurs de faisceaux MD1 à MD_n aiguillent la lumière provenant du faisceau F2 vers des photodétecteurs PDR_{1,2} à PDR_{n,2} lesquels fournissent des courants de photoconduction à un circuit de détection FFC. Celui-ci reçoit par ailleurs, des éléments déphaseurs ED1 à ED_n, des courants de détection correspondant à un faisceau de réception reçu par l'antenne. Le circuit FFC établit la corrélation des signaux fournis par les photodétecteurs PDR_{1,2} à PDR_{n,2} et par les éléments déphaseurs ED1 à ED_n.

Dans le cas où un faisceau émis par l'antenne est réfléchi par une cible, le circuit FFC l'identifie par corrélation avec les signaux fournis par les photodétecteurs PDR_{1,2} à PDR_{n,2}.

En se reportant à la figure 2, on va décrire maintenant un exemple de réalisation plus détaillé du système de l'invention.

Dans ce système la lumière des faisceaux F1, F2 est modulée en fréquences. Une première source L1 émet un faisceau lumineux monofréquence de longueur d'onde λ_1 (pulsation ω_1). Un translateur de fréquence T1 reçoit cette lumière et transmet de la lumière à ω_1 et de la lumière à $\omega_1 + 2\pi f_e$ modulée à l'aide d'un signal de fréquence f_e .

Une deuxième source lumineuse émet un autre faisceau lumineux monofréquence de longueur d'onde λ_2 (pulsation ω_2). Un translateur de fréquence T2 reçoit cette lumière et transmet de la lumière à ω_2 et de la lumière à $\omega_2 + 2\pi(f_e + f_o)$ modulée par un signal de fréquence $f_e + f_o$.

Dans une application à la commande d'une antenne à balayage électronique, la fréquence f_e est située dans la gamme des hyperfréquences et correspond à la fréquence d'émission de l'antenne. Le fréquence f_o tient lieu de fréquence d'oscillateur local pour le mode de réception de l'antenne dans la suite de la description.

La lumière émise par le translateur T1 est polarisée selon une direction déterminée. Celle émise par le translateur T2 est polarisée selon une direction perpendiculaire à celle émise par T1.

Un système mélangeur optique ME superpose la lumière issue du translateur T1 à celle issue du translateur T2. Le faisceau résultant comporte donc de la lumière polarisée selon deux directions orthogonales, comme cela est symbolisé sur la figure 2, et aux différentes fréquences issues des translateurs T1 et T2.

Le faisceau résultant est étendu par un séparateur de faisceau SE de façon à être réparti sur les différentes entrées d'un ensemble de circuits à retard DCR.

Cet ensemble de circuits à retard DCR peut être réalisé comme cela est décrit dans la demande de brevet français n° 92 34 467.

Chaque circuit à retard retarde différemment la lumière provenant de la source L1 et la lumière provenant de la source L2. Plus précisément, selon un exemple préféré de réalisation, si T est le retard maximum induit par un circuit à retard, la lumière provenant de la source L1 est retardée d'un temps t_i et la lumière provenant de la source L2 est retardée d'un temps $T - t_i$ complémentaire au temps T.

De préférence également, les temps T des différents circuits à retard sont égaux.

Par exemple les circuits à retards DCR comportent un ensemble de modulateurs spatiaux de lumière comportant $p \times p$ pixels (même nombre de pixels que d'éléments rayonnants d'antenne) et permettant de contrôler le déphasage et le retard affectés à chacun des $p \times p$ canaux ainsi découpés. Les circuits à retards DCR fournissent des retards en progression géométrique de sorte qu'il suffit de N modulateurs spatiaux pour obtenir 2^N valeurs distinctes de retard sur chacun des $p \times p$ canaux de l'architecture. La commutation des retards est fondée sur la rotation contrôlée, grâce aux modulateurs spatiaux de lumière, de la polarisation des faisceaux. Afin d'obtenir un oscillateur local adapté en direction, on exploite la propriété du DCR qui est de générer, sur chaque canal, des retards complémentaires pour des états de polarisation croisés en entrée. En effet, si le faisceau issu de L_1 subit un retard sur le canal i , alors le faisceau issu de L_2 subit lui un retard $T - t_i$ (T est le temps de traversée du DCR).

Chaque sortie Sd d'un circuit à retard fournit de la lumière à la longueur d'onde λ_1 modulée à la fréquence f_e et de la lumière à la longueur d'onde λ_2 modulée à la fréquence $f_e + f_o$.

Des circuits de détection PDR_i et PDR_n sont connectés aux sorties Sd par exemple par des fibres optiques. Ces circuits sont réalisés comme représenté en bas à droite de la figure 2. Chaque circuit comporte un séparateur chromatique MD séparant la lumière à la longueur d'onde λ_1 de la lumière à la longueur d'onde λ_2 .

La lumière à la longueur d'onde λ_1 est transmise à un photodétecteur PDR_{i,1} qui émet un photocourant de fréquence f_e vers un élément rayonnant ED1.

Ce photocourant résulte du battement entre la lumière à ω_1 et la lumière à $\omega_1 + 2\pi f_e$.

Le photocourant transmis est amplifié par un amplificateur de manière à être compatible avec la puissance rayonnée nécessaire pour l'émission de l'élément rayonnant du radar.

En prévoyant des retards appropriés dans les différents circuits à retard, on contrôle le diagramme de rayonnement

de l'antenne. L'orientation d'émission de l'antenne est ainsi commandée optiquement.

Par ailleurs la lumière à la longueur d'onde λ_2 est transmise à un autre photodétecteur PDRi,2 par le séparateur chromatique. Celui-ci émet un photocourant résultant du battement entre la lumière à ω_2 et $\omega_2 + 2\pi(f_e + f_o)$. Ce photocourant est appliqué à un mélangeur hyperfréquence Mk qui reçoit également un signal reçu par un élément d'antenne. Il est à noter qu'un coupleur directif DC permet de coupler, d'une part, le photocourant de PDRi,1 à un élément d'antenne dans le sens émission et de coupler, d'autre part, un courant de détection d'un élément d'antenne (dans le sens réception) au mélangeur de fréquence Mk.

L'ensemble des signaux issus des photodétecteurs PDRi,2 constitue en fait un oscillateur local (homodyne ou hétérodyne) adapté à la direction d'émission de l'antenne.

Ainsi, le signal reçu par un élément d'antenne EDk est amplifié et est appliqué conjointement au signal issu de PDRk,2, sur un mélangeur hyperfréquence Mk. En effet, si le signal émis par l'élément d'antenne EDk est de la forme $S(t - \tau_k)$, le même élément reçoit un signal $R(t' + \tau_k)$ qui doit donc être mélangé à un oscillateur local $S'(t' + T + \tau_k)$.

Les signaux basse fréquence qui sont issus des mélangeurs sont traités suivant deux possibilités :

- numérisation au niveau de chaque élément d'antenne et sommation de l'ensemble de ces signaux dans un processeur numérique classique de formation fine de faisceau par le calcul. Ce processeur peut en outre être déporté par rapport à l'antenne de réception au moyen d'un nombre réduit de liaisons numériques à fibres optiques multiplexées en longueur d'onde.
- excitation des pxp pixels d'un modulateur spatial de lumière bidimensionnel au moyen de ces pxp signaux basse fréquence afin de mettre en oeuvre un traitement optique cohérent de la voie retour.

En se reportant à la figure 3 on va maintenant décrire un exemple de dimensionnement du système de l'invention. La figure 3 représente deux élément rayonnants ED1, EDN externes d'une antenne.

Si l'antenne émet dans une direction θ telle que le retard entre les éléments extrêmes de l'antenne ED1 et EDN, est τ on a :

- pour l'élément ED1 :

- un signal émis : $S(t)$
- un signal reçu : $R(t')$
- un signal d'oscillateur local : $S(t-T)$

- pour l'élément EDN au même instant :

- un signal émis : $S(t+\tau)$
- un signal reçu : $R(t'-\tau)$
- un signal d'oscillateur local : $S(t-T-\tau)$

Si on suppose les signaux sinusoïdaux avec les fréquences f_e (émission) $f_e + f_o$ (oscillateur local) et f_r (signal reçu) les phases des signaux basse fréquence issus des mélangeurs Mk sont alors :

- pour l'élément ED1 :

$$2\pi (f_e + f_o) (t - T) - 2\pi f_r t'$$

$$[2\pi (f_e + f_o) t - 2\pi f_r t'] - 2\pi (f_e + f_o) T$$

Dans cette relation $(t'-t)$ représente la distance antenne-cible.

Pour l'élément EDN :

$$2\pi (f_e + f_o) (t - T - \tau) - 2\pi f_r (t' - \tau)$$

$$[2\pi (f_e + f_o) t - 2\pi f_r t'] - 2\pi (f_e + f_o) T + 2\pi (f_r - f_e - f_o) \tau$$

Il faut, pour pouvoir sommer de manière directe les N canaux, soit en analogique, soit en numérique, que le terme de phase supplémentaire $2\pi (f_r - f_e - f_o) \tau$ soit négligeable. Si il l'est pour l'élément de rang N il l'est pour les éléments de rang moins élevé).

$$2\pi (f_r - f_e - f_o) \tau \ll 1$$

c'est-à-dire

$$f_r - f_e - f_o \ll \frac{1}{\tau}$$

La différence de fréquence $f_r - f_e$ correspond sensiblement au décalage doppler dû au mouvement de la cible qui est de l'ordre de grandeur 10 à 100 kHz.

- τ est donné par les dimensions de l'antenne : par exemple, pour une antenne de 5 mètres de côté, ayant un angle de balayage maximum de 45°, le retard τ est sensiblement de 10 ns
d'où $f_r - f_e - f_o \ll 100$ MHz

Afin de conserver l'intégralité du doppler autour de la fréquence intermédiaire f_o on peut choisir :

$$f_r - f_e \ll f_o \ll 100 \text{ MHz} = \frac{1}{\tau}$$

par exemple : 100 kHz $\ll f_o \ll 100$ MHz

Dans ces conditions, on peut par exemple choisir f_o dans une gamme de fréquences de 1 à 10 MHz

On retrouve la même contrainte liant la dimension de l'antenne à la bande des signaux utilisée dans le cas d'une antenne commandée en phase.

En se reportant aux figures 4a à 4c, on va maintenant décrire une variante de réalisation du système de la figure 2 permettant d'obtenir non seulement des retards mais aussi des déphasages des signaux hyperfréquences.

La figure 4a représente la chaîne de circuits optiques jusqu'au système mélangeur ME et les circuits de création de retard DCR.

Selon cette variante de réalisation, la lumière émise par les translateurs de fréquence respectivement à ω_1 et ω_2 est polarisée selon une direction de polarisation. La lumière émise respectivement $\omega_1 + 2\pi f_e$ et $\omega_2 + 2\pi (f_e + f_o)$ est polarisée selon une direction de polarisation perpendiculaire à la précédente.

Un faisceau laser monomode fourni par la source L1 est traité par un translateur de fréquences qui fournit deux faisceaux superposés décalés en fréquence, l'un à ω_1 , l'autre à $\omega_1 + 2\pi f_e$. Ces deux faisceaux sont polarisés linéairement selon des directions orthogonales. La réalisation de ce translateur peut être comme représenté en figure 4b.

Le faisceau laser monomode transverse et longitudinal ($\omega_2/2\pi$) fourni par L1 est focalisé dans une cellule de Bragg acoustooptique BC fonctionnant en régime anisotrope. Cette cellule est excitée par un signal hyperfréquence continu f_e . Le faisceau transmis ($\omega_1/2\pi$) et le faisceau diffracté ($\omega_1/2\pi + f_e$) sont polarisés orthogonalement. Ces deux composantes sont superposées au moyen d'un cube séparateur de polarisations PBS par exemple. Cette superposition se fait avec une faible différence de marche pour ne pas dégrader la pureté spectrale du signal hyperfréquence qui sera transmis. Ce faisceau bifréquence traverse une lame demi onde $\lambda/2$ qui tourne les deux polarisations orthogonales de 45°.

Le faisceau fourni par la lame $\lambda/2$ est étendu (figure 4a) au moyen d'un système afocal BE (lentilles LE1.1 et L2.1) et traverse un modulateur spatial M01. Ce modulateur est par exemple une cellule à cristal liquide nématique, comprenant $p \times p$ pixels et qui est utilisée en biréfringence contrôlée (molécules parallèles entre elles et aux parois). Comme on peut le voir sur la figure 4c. Ce modulateur permet un contrôle analogique, sur chaque pixel de la phase du signal hyperfréquence car il autorise un contrôle du déphasage relatif entre les deux composantes du faisceau bifréquence.

La polarisation de la composante du faisceau à la fréquence $\omega_1/2\pi$ coïncide avec le grand axe des molécules de cristal liquide. Ainsi, selon la tension V_k appliquée sur chaque pixel, l'indice de réfraction $n(V_k)$ vu par cette polarisation varie continûment entre n_o et n_e , respectivement indices ordinaire et extraordinaire du cristal liquide. Au contraire, la composante $\omega_1/2\pi + f_e$ voit en permanence l'indice de réfraction n_o . Ces deux polarisations sont ensuite recombinaées au moyen, par exemple, d'un cube séparateur de polarisations PBS1 qui fournit des faisceaux polarisés selon une direction. Ces faisceaux subissent des retards dans le dispositif DCR et sont transmis aux photodétecteurs PDRI,1 (voir figure 2). Chaque photodétecteur délivre un signal de battement hyperfréquence d'amplitude :

$$i_k(t) = i_o \cos \left(2\pi f_e t + \frac{2\pi}{\lambda} \cdot e \cdot \Delta n(V_k) + 2\pi f_e \tau_k \right)$$

où λ est la longueur d'onde du laser, e l'épaisseur de cristal liquide de M_o , $\Delta n(V_k) = n(V_k) - n_o$ et $i_o = \sqrt{i_{\omega} i_{\omega+2\pi f}}$ avec i_{ω} (resp. $i_{\omega+2\pi f}$) photocourant délivré par une photodiode détectant le faisceau à la fréquence $\omega/2\pi$ seul (resp. $\omega/2\pi + f$) et τ_k le retard affecté à ce canal.

Le faisceau bifréquence (ω_1 , $\omega_1 + 2\pi f_e$) ne comportant plus qu'une seule direction de polarisation traverse ensuite un ensemble de circuits à retards DCR permettant le choix des valeurs de retards affectées à chaque élément rayonnant de l'antenne.

Selon l'exemple de l'invention de la figure 4a, s'il y a $p \times p$ éléments rayonnants d'antenne, le modulateur MO possède $p \times p$ éléments images et l'ensemble DCR possède $p \times p$ circuits de création de retard. Les différents dispositifs du système sont alignés de façon qu'une portion de faisceau lumineux traitée par un élément image du modulateur MO est reçue par un circuit de création de retard (DCRi) qui transmet cette portion de faisceau convenablement retardée à un photodétecteur (PDRI,1) affecté à un élément rayonnant d'antenne.

Nous avons décrit la figure 4a dans son fonctionnement en émission.

Pour la réception, on utilise la lumière à la longueur d'onde λ_2 fournie par la source L2. Les circuits de traitement du faisceau fourni par la source L2 sont similaires à ceux décrits précédemment pour le traitement du faisceau fourni par la source L1 en tenant compte des différences suivantes :

- 5 - le translateur de fréquence T2 est excité par un signal de fréquence $f_e + f_o$ et fournit de la lumière à une fréquence correspondant à ω_2 et de la lumière à $\omega_2 + 2\pi(f_e + f_o)$, ces deux lumières étant polarisées orthogonalement ;
- après modulation par le modulateur MO₂ le cube séparateur de polarisations PBS2 fournit de la lumière entièrement polarisée selon une direction orthogonale à celle fournie par le cube PBS1. Cette lumière est transmise au cube PBS1 (cela pourrait être l'inverse) et celui-ci fournit sur chaque entrée de l'ensemble de circuits DCR :
- 10 - de la lumière polarisée selon une première direction à une fréquence correspondant $\omega_1 + 2\pi f_e$ éventuellement déphasée par rapport à la précédente ;
- de la lumière polarisée selon une deuxième direction, à ω_2 et de la lumière polarisée selon cette deuxième direction à $\omega_2 + 2\pi(f_e + f_o)$ éventuellement déphasée par rapport à la précédente.

15 L'architecture de la figure 4a permet donc, sur p x p canaux indépendants, d'obtenir 2^N valeurs de retards et un contrôle continu de la phase du signal entre 0 et 2π . Afin d'alimenter l'antenne d'émission, chaque photodétecteur est ensuite reliée à un amplificateur hyperfréquence A_j et à un élément rayonnant E_j.

20 Revendications

1. Système de commande optique d'antenne à balayage comportant des éléments rayonnant à commander (ED1) ce système comportant un ensemble (DCR) de circuits optiques de création de retards recevant chacun un premier faisceau lumineux (F1) modulé par un signal électrique et fournissant chacun sur une sortie ce premier faisceau affecté d'un retard approprié, chaque élément déphaseur de l'antenne étant couplé à une sortie d'un circuit à retard par un premier photodétecteur (PDRi,1), caractérisé en ce que :
 - le premier faisceau (F1) est polarisé selon une première direction déterminée,
 - les circuits optiques de création de retards (DCR) reçoivent également un deuxième faisceau lumineux (F2) modulé par un signal électrique et polarisé selon une deuxième direction orthogonale à la première direction, chaque circuit à retards induisant des retards complémentaires par rapport à une valeur de temps déterminée (T) sur les lumières des premier et deuxième faisceaux qu'il reçoit ;
 - il comporte un séparateur de faisceaux (MD1, ... MDn) couplé à chaque sortie des circuits à retards transmettant la lumière du premier faisceau au premier photodétecteur (PDRi,1) et transmettant la lumière du deuxième faisceau à un deuxième photodétecteur (PDRi,2) ; ainsi qu'un circuit de détection (FFC) par corrélation des signaux électriques fournis par les deuxièmes photodétecteurs et des signaux électriques détectés par les éléments de réception d'antenne.
2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte :
 - une première source lumineuse (L1) émettant le premier faisceau lumineux (F1) à une première longueur d'onde (λ_1) ;
 - un premier modulateur électrooptique (T1) modulant le premier faisceau lumineux avec un premier signal électrique (S1) et fournissant ce premier faisceau modulé, polarisé selon la première direction aux circuits de création de retards ;
 - une deuxième source lumineuse (L2) émettant le deuxième faisceau lumineux (F2) à une deuxième longueur d'onde (λ_2) ;
 - un deuxième modulateur électrooptique (T2) modulant le deuxième faisceau lumineux avec un deuxième signal électrique (S2) et fournissant ce deuxième faisceau modulé, polarisé selon la deuxième direction aux circuits de création de retards.
3. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite valeur de temps déterminée (T) est la même pour tous les circuits de l'ensemble de circuits de création de retards et égale à la valeur maximale du retard pouvant être induit par chaque circuit à retard ;
4. Système selon l'une des revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les faisceaux modulés sont modulés en amplitude ou en fréquence.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que les faisceaux sont modulés en fréquence à l'aide de signaux de fréquences différentes.

6. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que le séparateur de faisceau (MD) est un séparateur chromatique séparant la lumière à la première longueur d'onde pour la transmettre aux premiers photodétecteurs, de la lumière à la deuxième longueur d'onde pour la transmettre aux deuxièmes photodétecteurs.

7. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que chaque modulateur (T1, T2) comporte en série :

- un translateur de fréquence (BC1, BC2) recevant de la lumière à une longueur d'onde (λ_1 , λ_2) transmettant de la lumière à cette longueur d'onde polarisée selon une troisième direction et de la lumière à une longueur d'onde translatée en fréquence et polarisée selon une quatrième direction perpendiculaire à la troisième direction ;
- un dispositif de rotation de polarisation ;
- un modulateur spatial de lumière (M01, M02) agissant différemment sur les deux directions de polarisations de la lumière ;
- un dispositif séparateur de polarisations (PBS1, PBS2), le dispositif séparateur (PBS1) du premier modulateur (T1) ne conservant que la lumière polarisée selon la première direction et la transmettant à l'ensemble de circuits de création de retards (DCR) tandis que le dispositif séparateur (PBS2) du deuxième modulateur (T2) ne conservant que la lumière polarisée selon la deuxième direction et la transmettant à l'ensemble de circuits de création de retards (DCR).

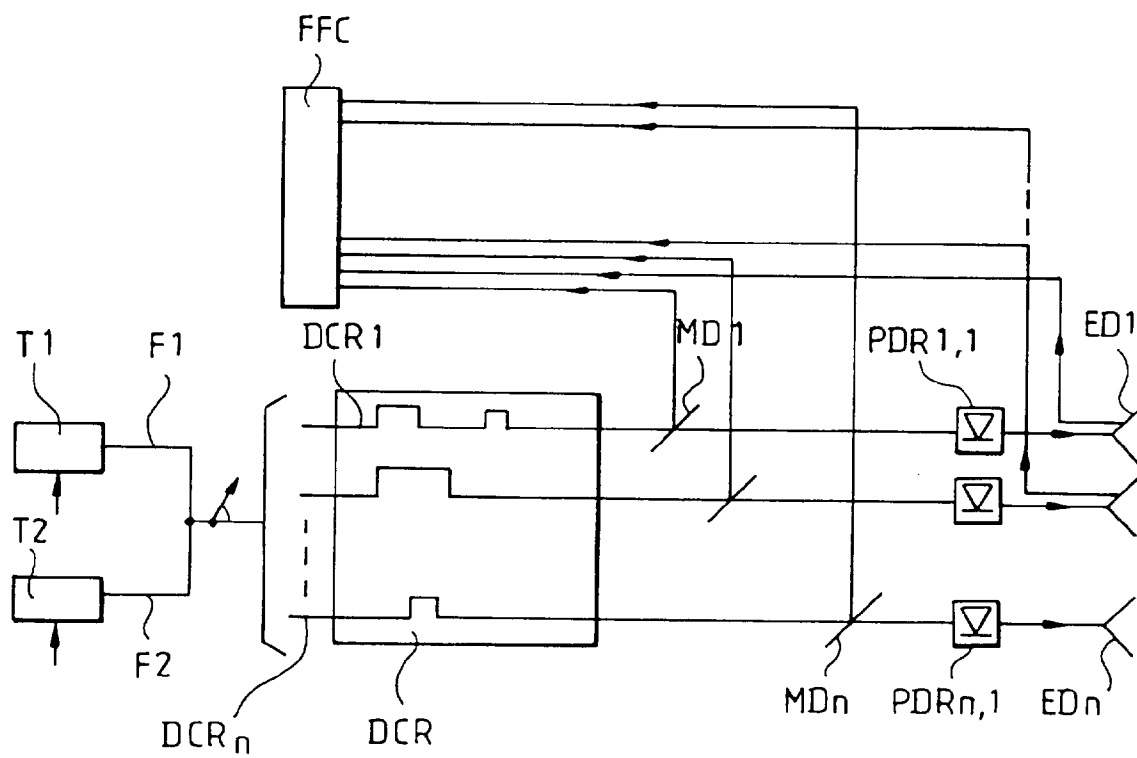


FIG.1

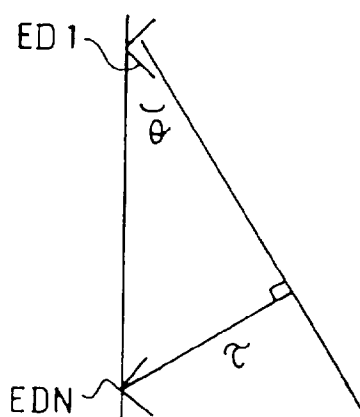


FIG.3

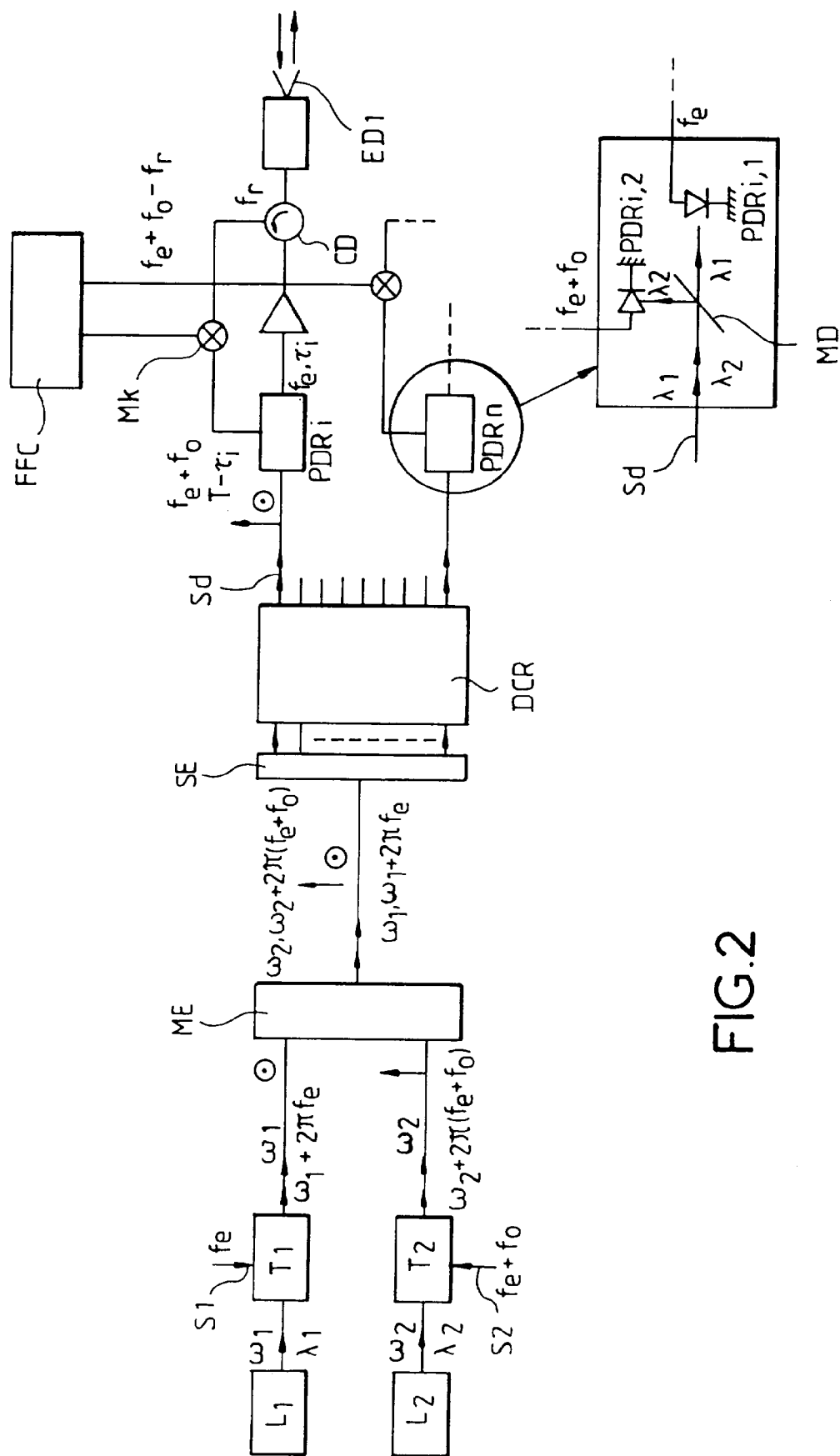


FIG. 2

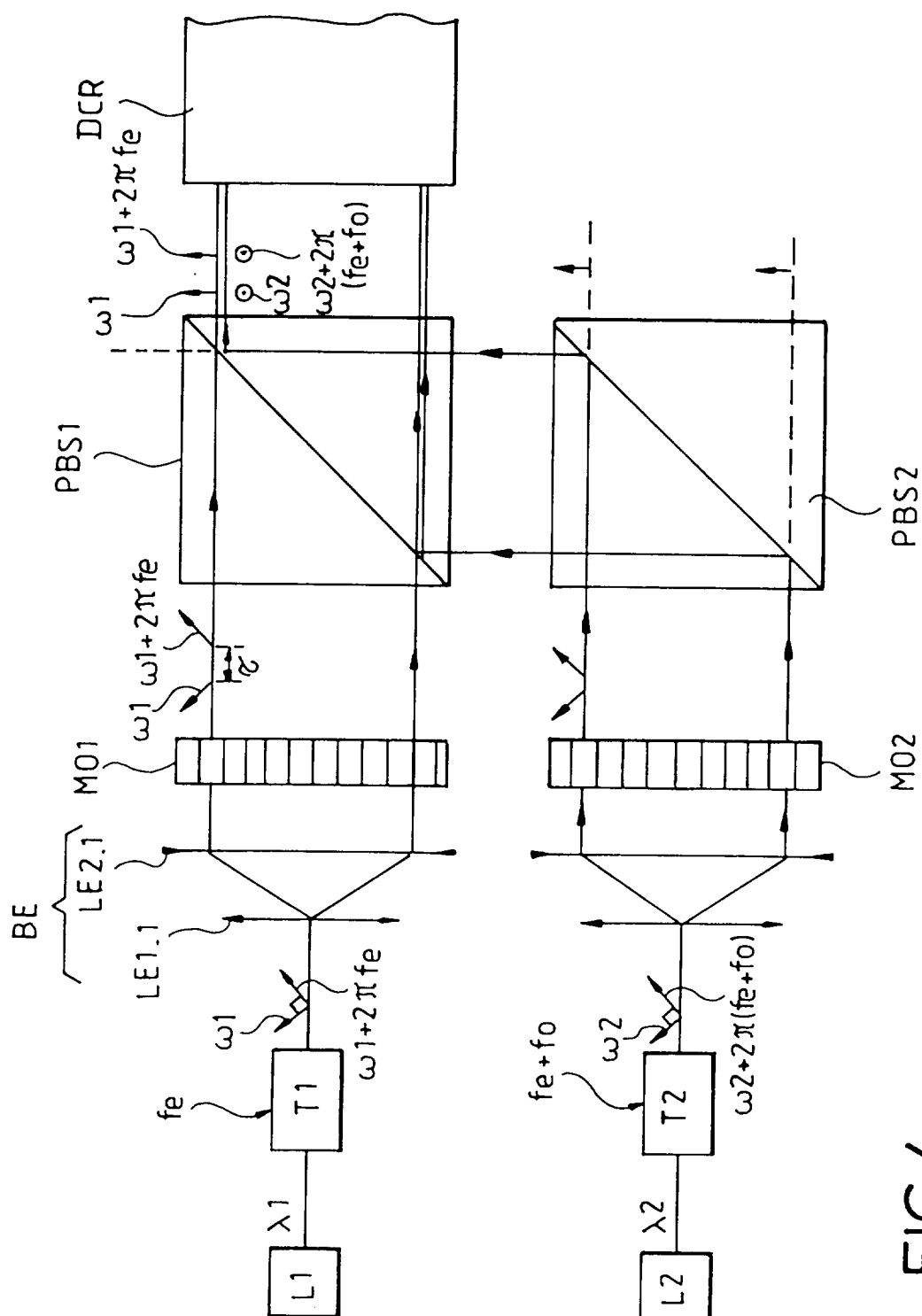


FIG. 4a

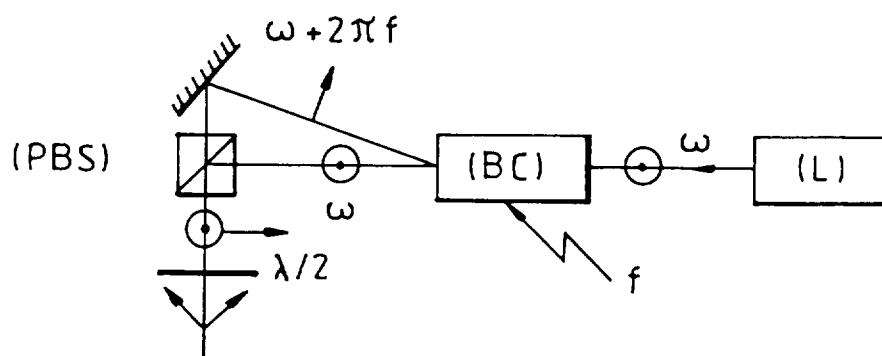


FIG.4b

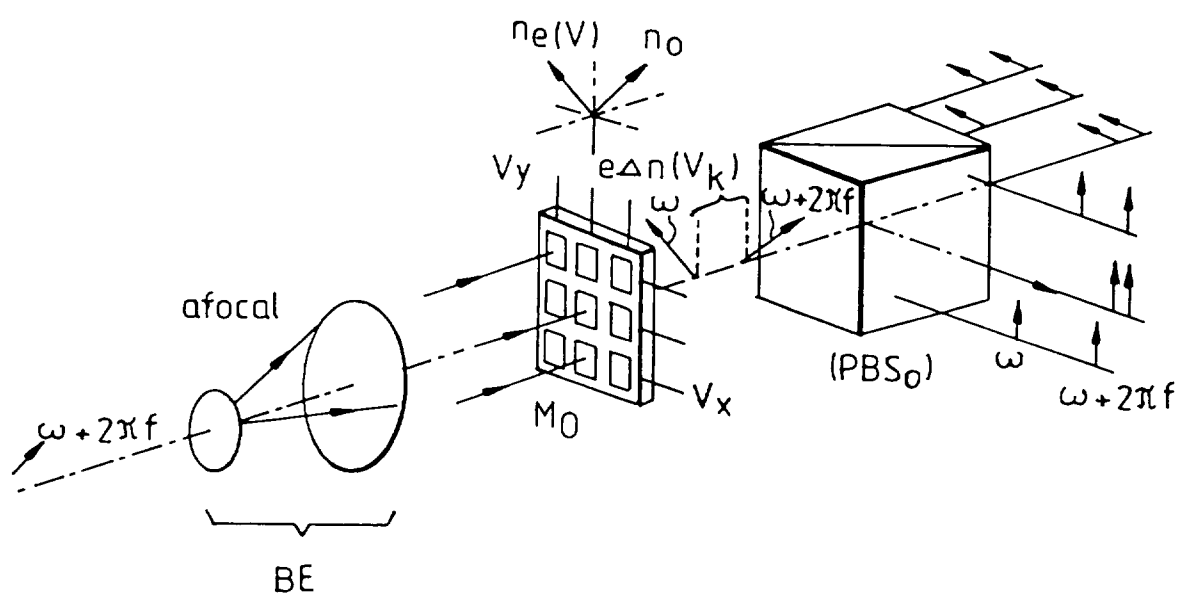


FIG.4c



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 2134

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.6)
A	OPTICS LETTERS, vol. 16, no. 4, Février 1991 NEW YORK US, pages 255-257, D. DOLFI ET AL 'Two-dimensional optical architecture for time-delay beam forming in a phased-array antenna' * le document en entier * ---		H01Q3/26
A	APPLIED OPTICS, vol. 30, no. 32, Novembre 1991 NEW YORK US, pages 4594-4595, NABEEL A. RIZA 'Transmit/receive time-delay beam-forming optical architecture for phased-array antennas' * page 4595, colonne de gauche * ---		
A	APPLIED OPTICS, vol. 33, no. 17, 10 Juin 1994 NEW YORK US, pages 3712-3724, NABEEL A. RIZA 'Acousto-optic liquid-crystal analog beam former for phased-array antennas' * page 3720 - page 3723; figure 16 * ---		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
A	US-A-5 307 073 (NABEEL A. RIZA) * colonne 5, ligne 56 - colonne 10, ligne 55; figure 2 * ---		H01Q G01S
A	DE-A-41 36 801 (DAIMLER-BENZ) * colonne 3, ligne 52 - colonne 4, ligne 44; figure 3 * ---		
A	EP-A-0 510 955 (GENERAL ELECTRIC) * colonne 6, ligne 39 - colonne 11, ligne 17; figure 2 * -----		
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche BERLIN		Date d'achèvement de la recherche 8 Janvier 1996	Examineur Breusing, J
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)