

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 25.06.92.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 28.12.07 Bulletin 07/52.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : THOMSON CSF Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : DEFOUR MARTIN et COUDERC GEORGES.

73 Titulaire(s) :

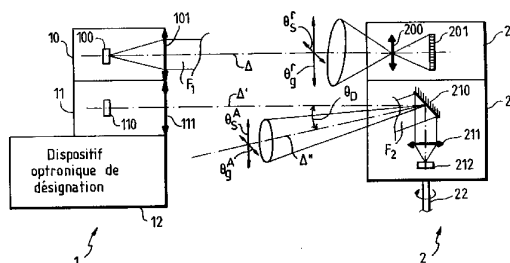
74 Mandataire(s) : ATOUT PI CONSEIL.

54 SYSTEME D'IDENTIFICATION A REPONDEUR OPTOELECTRONIQUE.

57 L'invention concerne un système d'identification du type ami-ennemi (IFF) d'un objet ou d'une cible potentielle, à répondeur optoélectronique.

Selon l'invention le dispositif interrogateur (1) comprend une source à diode laser (100) pour l'émission d'un faisceau laser d'interrogation (F_1) et un détecteur de rayonnement laser (110).

Le dispositif répondeur (2) est en rotation, en gisement (22), et comprend un détecteur de rayonnement laser (201), permettant de déterminer le site du rayonnement détecté, et un émetteur (21) comprenant une source à diode laser (212) et des moyens de déflexion en site (210). L'axe moyen d'émission (Δ'') est décalé en gisement (θ_D) par rapport à l'axe moyen de réception (Δ), en retard sur la rotation.



SYSTEME D'IDENTIFICATION A REPONDEUR OPTOELECTRONIQUE

5 La présente invention concerne le domaine de l'identification ami-ennemi d'un objet ou d'une cible potentielle dans un champ d'observation et a pour objet un système ami-ennemi protégé contre les intrusions.

10 Un système d'identification ami-ennemi plus connu sous le sigle IFF (initiales de "Identification of a Friend from a Foe" selon la terminologie anglo-saxonne) doit permettre à un interrogateur donné d'identifier, sans ambiguïté, un objet dans son champ d'observation comme ami ou comme ennemi. La procédure d'identification consiste à émettre un signal codé à partir de la station interrogatrice en direction de
15 l'objet à identifier, puis, dans le cas d'un objet ami, à recevoir sur la station interrogatrice, un signal de réponse également codé provenant de cet objet.

20 Les systèmes d'identification ami-ennemi, que l'on appellera IFF dans ce qui suit, sont composés classiquement d'un émetteur et d'un récepteur pour l'interrogateur ; et d'un moyen récepteur-réémetteur constituant un répondeur pour les stations interrogées, les signaux codés de communication étant véhiculés par des ondes radios, des ondes radars ou des ondes lumineuses. Les ondes radios et les ondes radar présentent des inconvénients importants du fait d'une directivité
25 insuffisante de leur propagation dans l'espace, entraînant de possibles interceptions, et du fait de leur manque de "durcissement", c'est-à-dire de leur perméabilité aux intrusions extérieures et aux faux échos, rendent le système peu fiable. De tels systèmes peuvent alors faciliter le repérage des porteurs équipés d'interrogeurs ou de répondeurs fonctionnant
30 avec de telles ondes.

 Pour les systèmes IFF, la difficulté est de réaliser au mieux l'ensemble des qualités suivants :

- . discrétion de l'interrogation,
- . discrétion de la réponse,

- . fiabilité de cette réponse,
- . durcissement aux intrusions,
- . réception permanente et omnidirectionnelle et émission directive,

- 5 . simplicité d'emploi et de mise en oeuvre,
 . fonctionnement automatique ou non,
 . intégration sur tous types de porteurs.

Il s'agit donc de disposer d'un IFF simple, discret, sans ambigüité, omnidirectionnel, permanent, durcit, pouvant fonctionner sur
10 une alimentation faible ou autonome et intégrable sur plusieurs types de porteurs.

C'est pourquoi les système IFF les plus récents utilisent un interrogateur très directif ayant des moyens d'émission laser, du type à impulsions ou modulable, et un répondeur comportant un rétrorélecteur
15 modulable, tel qu'un dispositif catadioptrique associé à un écran modulateur. Dans ces conditions, le rétrorélecteur renvoie l'émission reçue selon une certaine modulation à décoder par l'interrogateur. Généralement, la modulation est du genre tout ou rien, ce type de modulation autorisant un fonctionnement à puissance crête élevée
20 permettant d'allonger la portée de la transmission.

Des solutions utilisant des sources laser sont décrites dans les demandes de brevet français publiées sous les numéros FR-A-2 378 404 et FR-A-2 602 346. Cependant, ces deux types de solution ne sont pas
25 entièrement satisfaisantes sur le plan de la protection du fait, essentiellement, de l'étendue limitée du champ de réception couvert par les systèmes de rétroréflexion mis en oeuvre, et de la perméabilité des procédures de validation utilisés.

Il a été proposé, dans une demande de brevet français n°91 11049 déposée le 6 septembre 1991 au nom de la Demanderesse,
30 un procédé d'identification IFF et un système de mise en oeuvre visant à pallier les inconvénients précités.

Selon ce procédé, il est fait appel à une procédure d'interrogation "durcie", c'est-à-dire hautement protégée d'éventuels intrus, pouvant être déclenchée :

- à partir de toute station située dans un champ de réception couvrant tout l'espace entourant l'objet interrogé et donc dès repérage de l'objet à identifier dans le champ d'observation de la station interrogatrice.

5 - à l'aide de deux brèves interrogations, matérialisées par deux trains d'impulsions laser codés ; chaque interrogation est suivie, dans le cas d'un objet allié, d'une réponse, la nature de la première de ces réponses, révélée par son niveau d'amplitude, conditionnant l'émission de la seconde interrogation.

10 Plus précisément, l'objet de l'invention était un procédé d'identification IFF, protégé contre les intrusions, d'un objet repéré par une station interrogatrice disposant d'un interrogateur émettant en direction de l'objet repéré un faisceau laser impulsif codé et directif, recevant et analysant en retour un faisceau laser provenant d'un objet
15 interrogé allié, l'objet allié disposant d'un répondeur pouvant répondre activement au faisceau reçu sous forme d'un faisceau laser impulsif codé et directif en direction de l'interrogateur ; le procédé était caractérisé en ce qu'il comprenait les étapes successives suivantes :

20 - effectuer une première interrogation d'alerte par l'émission d'un faisceau laser impulsif et codé à partir de l'interrogateur en direction de l'objet à identifier, dès que cet objet est repéré ;

 - valider le faisceau laser reçu par l'objet interrogé allié et armer, après validation, le répondeur de l'objet interrogé allié qui passe alors d'un état passif à un état actif le rendant prêt à répondre
25 activement ;

 - analyser la nature, active ou passive, de la réponse à l'interrogation d'alerte provenant du répondeur et reçue par l'interrogateur ;

30 - effectuer une seconde interrogation décisive par l'émission d'un faisceau laser impulsif et codé à partir de l'interrogateur en direction de l'objet à identifier, si la première réponse est passive ;

 - former une réponse active à la seconde interrogation à l'aide du répondeur armé en direction de l'interrogateur ;

- analyser la réponse à l'interrogation décisive provenant du répondeur et reçue par l'interrogateur.

Ladite demande de brevet concernait également un système d'identification IFF de mise en oeuvre du procédé ci-dessus.

5 Bien que répondant aux buts qu'elle s'était fixée, la demande de brevet précitée utilisait dans la partie répondeur, un rétroréflexeur fonctionnant selon la technique dite de l'"oeil de chat" qui en offrait les avantages mais qui en présentait également les limitations inhérentes à ce dispositif. Notamment, il est nécessaire d'utiliser une source laser de
10 puissance. La puissance nécessaire est typiquement de l'ordre du megaWatt en mode pulsé. Ceci est dû en particulier au fait que la cible étant passive en interrogation, elle réémet de la lumière par réflexion. Il s'ensuit que la puissance reçue par le dispositif interrogateur est proportionnelle à l'inverse de la puissance quatre de la distance
15 interrogateur-répondeur.

L'invention vise à pallier les inconvénients des dispositifs de l'Art Connu, tout en reprenant en partie l'enseignement de la demande de brevet précitée. Elle autorise notamment l'utilisation de diode laser de puissance inférieure au Watt, en mode pulsé.

20 L'invention a donc pour objet un système d'identification d'un objet dans un champ d'observation comprenant un dispositif interrogateur et un dispositif répondeur associé à l'objet, communiquant par rayonnement laser, le dispositif interrogateur ayant des moyens de recherche et de repérage de l'objet à identifier, des moyens d'émission
25 d'un rayonnement laser d'interrogation couplé optiquement aux moyens de recherche et de repérage, des moyens de détection de rayonnement laser ; le dispositif répondeur ayant des moyens de détection du rayonnement laser émis par les moyens d'émission du dispositif interrogateur ; caractérisé en ce que le dispositif répondeur est solidaire
30 d'un organe lui imprimant un mouvement de rotation ; en ce que les moyens de détection du répondeur présentent un champ de réception ayant un premier axe moyen de détection et comprenant des circuits de détermination du gisement du répondeur lors de la détection du rayonnement d'interrogation ; et en ce qu'il comprend en outre des

moyens d'émission d'un rayonnement laser en réponse à la détection du rayonnement laser d'interrogation, ledit rayonnement laser ayant un axe moyen d'émission formant un angle déterminé en gisement par rapport audit premier axe différent de zéro, de manière à ce que l'émission du rayonnement laser en réponse à la détection du rayonnement laser d'interrogation soit retardée d'un intervalle de temps préétabli.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à la lecture de la description qui suit en regard des figures annexées et parmi lesquelles :

- 10 - la figure 1 est un schéma synoptique d'un système d'identification selon l'invention ;
- la figure 2 illustre une variante préférée de réalisation d'un système IFF selon l'invention ;
- les figures 3 et 4 illustrent le processus de détermination de la valeur de l'angle de site d'un faisceau interrogateur ;
- 15 - la figure 5 illustre une seconde variante de réalisation d'un système IFF selon l'invention ;
- les figures 6 à 9 illustrent différentes phases de fonctionnement des systèmes IFF selon l'invention ;
- 20 - la figure 10 illustre un mode particulier de réalisation d'un organe d'orientation en site de l'émission laser ;
- la figure 11 illustre schématiquement un mode supplémentaire de réalisation d'un système IFF selon l'invention.

La figure 1 illustre schématiquement, sous forme de diagramme synoptique, un système d'identification IFF selon l'invention.

Le système comprend deux dispositifs principaux : un dispositif interrogateur 1 et un dispositif répondeur 2.

Dans le dispositif interrogateur, on trouve les sous-ensembles suivants :

- 30 - des circuits d'émission 10 comprenant notamment une diode laser d'émission, selon une des caractéristiques importantes de l'invention.
- des circuits de réception 11 comprenant notamment un convertisseur optoélectronique, par exemple une photodiode.

Ces deux sous-ensembles sont couplés à des circuits optroniques classiques de désignation d'objectif 12. Il peut s'agir, par exemple, d'une caméra thermique, d'un viseur de conduite de tir ou de tout autre dispositif couramment utilisé à cet effet.

5 Il comprend également des circuits classiques de commande et de traitement de signal repérés sur la figure, sous le label général "boîtier de commande IFF" 13.

Les circuits optroniques de désignation 12 ayant déterminé un objectif, le champ d'émission et de réception du dispositif d'interrogation
10 est orienté de façon convenable de façon à émettre un faisceau d'interrogation F_1 . Celui-ci est émis par la diode laser des circuits d'émission 10, commandés par les circuits 13. De façon classique, ce faisceau F_1 est codé, voire chiffré, de façon à véhiculer un message d'interrogation ne pouvant être compris que par une cible amie.

15 Sur la cible, le dispositif répondeur 2 comprend essentiellement les sous-ensembles suivants :

- des circuits de réception 20 comprenant notamment un convertisseur optoélectronique qui sera précisé ultérieurement
- des circuits d'émission 21 comprenant notamment une diode
20 laser, toujours selon une des caractéristiques importantes de l'invention.
- et un organe 22 de mise en rotation du dispositif répondeur, du moins des circuits de réception 20 et 21.

Le dispositif comprend également des circuits classiques de commande et de traitement de signaux (non figurés) qui peuvent être
25 intégrés ou non dans les circuits 20 et 21.

Au cours de la rotation, les circuits de réception 20 passent en vue du dispositif interrogateur 1 et détectent l'émission codée (faisceau F_1) constituant une demande d'interrogation.

L'objectif ou cible dispose à ce moment d'une localisation en
30 gisement du dispositif interrogateur 1 et éventuellement d'une localisation site : la réception peut se faire par exemple à l'aide d'une barrette de photodiodes. Dès la réception de la demande d'identification, le dispositif répondeur 2 oriente son champ d'émission dans la direction en site déterminée par les circuits de réception 20. La diode laser des

circuits d'émission 21 émet un faisceau de réponse F_2 , codé ou chiffré, au moment du passage du champ d'émission dans la direction en gisement déterminée par les circuits de réception 20.

Cette émission atteindra le dispositif interrogateur 1 et sera
5 détectée, puis décodée ou déchiffrée.

On peut concevoir une organisation du système IFF laser de diverses façons et notamment de la façon suivante :

- véhicule d'attaque équipé du dispositif interrogateur 1 et d'un dispositif répondeur 14, comme illustré par la figure 1 ;
- 10 - véhicules autres (véhicules tout terrain, camions, etc...) non prévus pour l'attaque équipés uniquement d'un dispositif répondeur 2 strictement identique au dispositif répondeur du véhicule d'attaque.

La figure 2 illustre de façon plus détaillée un système IFF selon une variante préférée de l'invention. Les éléments communs à ceux de la
15 figure 1 portent la même référence et ne seront redécrits qu'en tant que de besoin. On a omis sur cette figure le boîtier de commande 13 et le dispositif répondeur optionnel 14.

Le système d'identification IFF complet comporte donc en réalité, comme il vient d'être décrit, deux ensembles émission-réception,
20 respectivement 10-11 et 20-21, ayant des modes de fonctionnement différents.

- le premier ensemble d'émission-réception 10-11, est couplé à des circuits de désignation 12 et assure la fonction d'interrogation

- le second ensemble d'émission-réception 20-21, en rotation,
25 assure la fonction répondeur.

Les circuits d'émission 10 comprennent une diode laser 100 et une lentille de collimation 101 de manière à émettre un faisceau d'interrogation F_1 constitué de rayons sensiblement parallèles. En d'autres termes le faisceau F_1 ne présente qu'une très faible divergence,
30 typiquement quelques mrad.

Le répondeur 2 est constitué d'une voie d'émission 21, d'une voie réception 20 et d'un déflecteur site. L'ensemble est mobile en gisement (organe 22).

La voie d'émission 21 comprend une diode 212 et une lentille de collimation 211. Le champ d'émission de la diode 212 est noté en site θ_s^A et en gisement θ_g^A . Un déflecteur site 210 permet d'orienter en site l'axe Δ'' des champs d'émissions.

5 La voie de réception 20 comprend typiquement une barrette de détecteurs 201 et une lentille de collimation 200. Le champ de réception en site est noté θ_s^r en gisement θ_g^r .

L'axe d'émission Δ'' est décalé en gisement d'un angle θ_D avec celui de réception (Δ ou Δ' , ces deux axes étant parallèles). Le déflecteur
10 site 210 peut être réalisé, par exemple, à l'aide d'un miroir galvanométrique.

En mode d'interrogation, le dispositif interrogateur 1 dispose d'une désignation d'objectif fournie par les circuits 12. Cette localisation permet d'orienter le dispositif d'interrogation 1 monté sur le capteur
15 optronique de désignation.

La diode laser émet un faisceau F_1 , codé ou chiffré, vers l'objectif.

Sur la cible, le dispositif répondeur 2 est en rotation en gisement (organe 22). Lorsque le champ de réception (barrette de
20 réception 201) passe en vue du dispositif interrogateur 1, le répondeur 2 reçoit le code d'interrogation véhiculé par le faisceau F_1 .

Il en est déduit deux informations :

a) le répondeur 2 est interrogé,
b) on peut déterminer la direction de l'interrogation en site
25 — avec une grande précision en défocalisant et en effectuant une interpolation sur la barrette.

Les figures 3 et 4 illustrent le processus de détermination de la valeur de l'angle de site.

Si on considère le cas où le spot illuminant la barrette est
30 focalisé, la tache T va se réduire à un point et éclaire un seul élément de la barrette 201, soit l'élément B_1 sur la figure 3. Si la largeur d'un élément représente un angle égal, par exemple à 4° , la précision obtenue sera de $\pm 2^\circ$. Si la tache T se déplace vers l'élément B_2 de la barrette

201, on aura une variation brutale de la valeur de site : mesure en échelon.

Par contre, si le faisceau capté est défocalisé comme illustré sur la figure 4, la tache T' s'étend sur plusieurs éléments, par exemple sur deux éléments photosensibles B_1 et B_2 . Si on mesure les courants respectifs de sortie de ces deux éléments, on peut mettre en oeuvre un procédé dit de "pesée" et déterminer de façon analogique le centre de la tache, donc la valeur interpolée de l'angle de site.

Ces moyens de détermination sont bien connus et il est inutile de les redécrire.

Ayant les informations élaborées comme décrit ci-dessus, on oriente grâce au déflecteur 210 le champ d'émission de la diode laser 212 en site. L'orientation en site est suffisamment rapide pour que, compte tenu de la vitesse de rotation du dispositif répondeur 2 et du décalage angulaire en gisement θ_D entre la voie d'émission et la voie réception, l'émission de la diode 212 se fasse au passage de la ligne de visée sur le dispositif interrogateur 1 (axe Δ).

L'émission d'un faisceau F_2 constitue la réponse à l'interrogation. Ce faisceau F_2 véhicule naturellement, de façon classique, un message codé ou chiffré, réponse au message véhiculé par le faisceau F_1 .

La figure 5 illustre une seconde variante de réalisation d'un système d'identification IFF selon l'invention.

Le système IFF laser comporte deux dispositifs émission-réception – identiques mais ayant des modes de fonctionnement différents :

- dans un premier mode, le dispositif est fixe et assure la fonction d'interrogation,

- le dispositif est en rotation et assure la fonction répondeur.

Le dispositif 3 illustré par la figure 5 est constitué d'une voie émission 30, d'une voie réception 31 et d'un déflecteur site 310. L'ensemble est mobile en gisement : organe d'entraînement en rotation 32.

La voie d'émission 31 comprend deux diodes, 313 et 312, et une lentille de collimation 311. Les champs d'émissions des diodes 312 et 313 sont notés respectivement en site θ_s^A , θ_s^E et en gisement θ_g^A , θ_g^E . Un déflecteur 310 permet d'orienter en site l'axe Δ'' des champs d'émissions.

La voie de réception 30 comprend une barrette 301 et une lentille de collimation 300. Le champ de réception en site est noté θ_s^r en gisement θ_g^r .

L'axe d'émission Δ' du faisceau dû à la diode 313 coïncide avec celui Δ de réception. Cette diode 313 est utilisée en mode de fonctionnement interrogation. Par contre, l'axe d'émission Δ'' du faisceau dû à la diode 312 est décalé en gisement d'un angle θ_D avec celui de réception (Δ) comme précédemment.

En mode interrogation, le dispositif 3 dispose d'une désignation d'objectif (non représentée), comme dans le cas du dispositif d'interrogation de la figure 2. Cette localisation permet d'orienter le dispositif 3 monté sur le capteur optronique de désignation.

La diode laser 313 émet un faisceau codé ou chiffré vers l'objectif désigné.

Sur la cible (ou objectif désigné), un dispositif identique au dispositif 3 est en mode répondeur. L'ensemble est en rotation en gisement (organe 32). Lorsque le champ de réception (barrette de réception 301) passe en vue de l'interrogateur, il reçoit le faisceau d'interrogation F_1 véhiculant le code d'interrogation.

Il en est déduit deux informations comme précédemment :

- la cible est interrogée
- on peut déterminer la direction de l'interrogation en site avec une grande précision en défocalisant et en effectuant une interpolation de la tache de réception sur la barrette 301, conformément au procédé décrit en relation avec les figures 3 et 4.

Ces informations étant acquises, le dispositif 3 oriente en site, grâce à son déflecteur 310, le champ d'émission de la diode laser 312. L'orientation en site est suffisamment rapide pour que, compte tenu de la vitesse de rotation du dispositif 3 et du décalage angulaire en gisement

θ_D entre la voie d'émission et la voie de réception, l'émission de la diode 312 se fasse au passage de la ligne de visée sur l'interrogateur. La diode émet un faisceau F_2 codé ou chiffré. Cette émission constitue la réponse à l'interrogation.

- 5 Pour fixer les idées, on va maintenant décrire un exemple de réalisation pratique d'un système IFF selon l'invention par référence aux figures 6 à 9. On suppose que le dispositif est conforme à celui qui vient d'être décrit en relation avec la figure 5. On utilisera en conséquence les mêmes notations.
- 10 Un interrogateur dispose d'une désignation d'objectif dont il souhaite avoir l'identification. Il fournit à son dispositif interrogateur 3 la localisation de l'objectif et oriente le champ d'émission de la diode laser d'interrogation. La diode laser 313 émet à la cadence de 20 kHz un message codé de demande d'identification de 10 bits dans un champ de
- 15 $\theta_s^E = 0,1^\circ$ en site et $\theta_g^E = 0,1^\circ$ en gisement en direction de l'objectif.

Cette phase constitue la phase d'interrogation. Elle est illustrée par la figure 6. Le sens de rotation est indiqué par les flèches f sur les figures 6 à 9.

- L'objectif est équipé d'un dispositif identique au dispositif 3
- 20 que l'on notera 3', fonctionnant en mode répondeur. L'ensemble du dispositif 3' est donc en rotation en gisement, ce à la vitesse typique de 1000 °/s. Le champ de réception est en gisement de $\theta_g^r = 4^\circ$, en site $\theta_s^r = 40^\circ$, c'est celui d'une barrette ayant 10 pixels. Lorsque au cours de la rotation, le dispositif interrogateur 3 rentre dans le champ de
- 25 réception, l'un des pixels recevra le message envoyé par l'interrogateur.

Cette phase constitue la phase de réception de demande d'identification. Cette phase est illustrée par la figure 7.

- Le message de demande d'identification sera reçu au bout d'un temps de 0,5 ms correspondant à une rotation du dispositif de $0,5^\circ$. Le
- 30 dépointage en gisement entre les voies d'émission et de réception est fixé à $\theta_D = 15^\circ$. Entre la réception du message et l'entrée de l'interrogation dans le champ d'émission du répondeur, le dispositif aura tourné en gisement d'un angle de 15° , sur un temps de 15 ms. Connaissant le pixel de réception sur la barrette détectrice, l'objectif

dispose d'une localisation en site de l'interrogateur. Durant le temps de 16 ms nécessaire à l'orientation en gisement, le déflecteur (figure 5 : 310) oriente le champ d'émission dans la direction en site déterminée précédemment.

- 5 Cette phase constitue la phase de préparation de la réponse. Elle est illustrée par la figure 8.

Enfin, lorsque le dispositif interrogateur 3 pénètre dans le champ d'émission du dispositif répondeur 3', celui-ci envoie avec une diode laser (figure 5 : 312), à la cadence de 20 kHz, un message codé
10 d'identification de 10 bits. Ce message sera envoyé pendant le passage du champ d'émission sur l'interrogation soit pendant 1 ms pour un champ $\theta_s^A = 4^\circ$ et $\theta_g^A = 1^\circ$ (passage du champ d'émission en gisement de 1° à la vitesse de $1000^\circ/\text{s}$).

Le dispositif interrogateur 3 reçoit le message d'identification
15 sur l'un des pixels de sa barrette de réception (figure 5 : 301).

Dans le cas de la première variante de réalisation, illustrée par la figure 2, le message d'identification sera reçu par le détecteur 110.

Cette dernière phase constitue la phase de réponse. Elle est illustrée par la figure 9.

20 Les valeurs numériques qui viennent d'être indiquées, pour fixer les idées, ne sont naturellement pas limitatives de la portée de l'invention mais procèdent d'un choix technologique dépendant de l'application envisagée.

Dans des variantes supplémentaires de réalisation, on peut
25 remplacer le déflecteur en site, tel que le déflecteur 210 illustré sur la figure 2, par une barrette de diodes laser dont les éléments seraient commandés séparément.

La figure 10 illustre schématiquement une telle disposition. Dans un but de simplification, on a représenté une barrette B ne
30 comportant que trois éléments laser L_1 , L_2 et L_3 , commandés séparément par des signaux V_1 , V_2 et V_3 .

Si on suppose que l'élément central L_2 est activé par le signal de commande V_2 , il émet un faisceau traversant une lentille L_c de collimation et transmis à un miroir fixe M_f le réfléchissant sous forme

d'un faisceau F se propageant selon un axe confondu avec un axe horizontal Δ_H . De la même manière, si l'élément laser L_1 , à gauche sur la figure 10, est activé par un signal de commande V_1 , un faisceau F' va être émis. L'axe de propagation de ce faisceau fait un angle en site $+\alpha$ avec l'axe Δ_H dans l'exemple illustré. Enfin, si l'élément L_3 est activé par le signal de commande V_3 , un faisceau F'' est émis qui fait un angle $-\alpha$ avec l'axe Δ_H .

Naturellement, dans la réalité, un nombre plus important d'éléments sera utilisé pour obtenir une gamme plus importante d'angles de site et de fait une meilleure résolution.

Les signaux de commande V_1 à V_3 , et de façon plus générale V_n , s'il y a n éléments lasers, sont élaborés par des circuits classiques recevant les valeurs de site déterminées par les barrettes photodéetectrices de réception (par exemple figure 5 : 301).

On pourrait naturellement commander tous les éléments lasers simultanément. Cependant, cette méthode présente le désavantage de générer un faisceau multiple divergent et donc plus facilement détectable par un ennemi éventuel. La discrétion du système IFF serait donc diminuée.

Cette variante de réalisation du déflecteur de site, à l'aide d'une barrette de diodes laser, présente plusieurs avantages :

- rapidité de réaction par rapport à un organe électromécanique (miroir galvanométrique par exemple)
- précision inhérente à un procédé de type numérique : valeurs à variation discrète des angles
- et stabilité améliorée : ceci est dû au fait que le miroir de déflexion est fixe ; la robustesse aux chocs en est également améliorée.

On peut également agencer la voie émission de telle manière que la diode laser ait un champ d'émission inclus dans le champ de réception. On peut alors utiliser le dispositif aussi bien en interrogateur qu'en répondeur.

La figure 11 illustre schématiquement ce processus. On peut admettre qu'il s'agit du cas extrême pour lequel l'angle θ_D (par exemple celui illustré sur la figure 5) est tel que le champ de réception C_R

recouvre en totalité ou quasi-totalité le champ d'émission C_E . Plus précisément, les axes moyens de ces champs sont décalés d'un angle γ .

Sur la figure 11, le sens de rotation du dispositif répondeur (par exemple le dispositif 3' de la figure 6) est indiqué par la flèche f .

5 Le répondeur va commencer à intercepter le message d'interrogation au point P , à l'intérieur du champ de réception C_R (P étant sur l'axe des gisements). Le répondeur continue à tourner dans le sens indiqué par la flèche f . A partir du point P , il dispose d'un temps correspondant à un angle de rotation θ pour décoder le message
10 interrogateur et régler l'angle de site de sa voie émission (champ C_E).

On conçoit que l'angle θ , qui joue un rôle analogue à l'angle θ_D des variantes précédemment décrites, est faible, typiquement de l'ordre de 4° . Il est donc nécessaire que le décodage du message d'interrogation ainsi que le positionnement en site soient rapides.

15 La première condition peut être remplie en ne véhiculant que peu d'informations et en utilisant des circuits électroniques rapides. La seconde condition peut être remplie, notamment, en ayant recours à la variante de réalisation du déflecteur présentée à la figure 10. Comme il a été indiqué, puisqu'il n'y a pas d'éléments mécaniques en mouvement, la
20 déflexion en site du faisceau émis peut être obtenue dans un intervalle de temps très bref.

Sans sortir du cadre de l'invention, on peut encore utiliser le système IFF comme moyen de communication optique par faisceau laser. Une fois le faisceau interrogateur F_1 "accroché" sur la cible, il est
25 possible d'établir une liaison fixe de transmissions bilatérales ou unilatérales entre deux dispositifs.

On peut utiliser, comme diode laser, une diode émettant dans la gamme des longueurs d'onde $1,3$ à $1,5 \mu\text{m}$ et de préférence émettant à une longueur d'onde au moins égale à $1,4 \mu\text{m}$. Dans ce dernier cas, on
30 assure la sécurité oculaire. Une telle diode peut être une diode "Gallium-Indium-Arsenic-Phosphore" (Ga In As P). On utilise alors, par exemple, une barrette de photodiodes au germanium (Ge) ou "Indium-Gallium-Arsenic" (In Ga As).

Si la sécurité oculaire ne constitue pas un impératif, on peut également utiliser une diode "Gallium-Arsenic" (Ga As) émettant sur la longueur d'onde 0,8 μm . Le détecteur pourra alors être à base de silicium (Si).

- 5 Ces couples émetteurs-détecteurs présentent l'avantage d'avoir recours à des éléments semi-conducteurs couramment disponibles, mais ne sont pas limitatifs des choix possibles.

REVENDICATIONS

1. Système d'identification d'un objet dans un champ d'observation comprenant un dispositif interrogateur (1) et un dispositif
5 répondeur (2) associé à l'objet, communiquant par rayonnement laser, le dispositif interrogateur (1) ayant des moyens (12) de recherche et de repérage de l'objet à identifier, des moyens (10) d'émission d'un rayonnement laser d'interrogation (F_1) couplé optiquement aux moyens (12) de recherche et de repérage, des moyens (11) de détection de
10 rayonnement laser ; le dispositif répondeur (2) ayant des moyens de détection (20) du rayonnement laser (F_1) émis par les moyens d'émission (10) du dispositif interrogateur (1) ; caractérisé en ce que le dispositif répondeur (2) est solidaire d'un organe (22) lui imprimant un mouvement de rotation ; en ce que les moyens (20) de détection du répondeur (2)
15 présentent un champ de réception ayant un premier axe moyen de détection (Δ) et comprenant des circuits de détermination du gisement du répondeur (2) lors de la détection du rayonnement d'interrogation (F_1) ; et en ce qu'il comprend en outre des moyens (21) d'émission d'un rayonnement laser (F_2) en réponse à la détection du rayonnement laser d'interrogation (F_1), ledit rayonnement laser ayant un axe moyen d'émission (Δ'') formant un angle déterminé en gisement (θ_D) par rapport
20 audit premier axe (Δ) différent de zéro, de manière à ce que l'émission du rayonnement laser (F_2) en réponse à la détection du rayonnement laser d'interrogation (F_1) soit retardée d'un intervalle de temps préétabli.
- 25 2. Système selon la revendication 1 ; caractérisé en ce que les moyens (20) de détection du répondeur comprennent une barrette (201) de détecteurs couplée à des moyens de détermination de l'angle de site du rayonnement laser d'interrogation (F_1) et en ce que les moyens (21) d'émission du répondeur (2) comprennent des moyens (210) de déflexion
30 en site dudit rayonnement laser (F_2) émis en réponse à la détection du rayonnement laser d'interrogation (F_1) ; ces moyens étant commandés par les moyens de détermination de l'angle de site.

3. Système selon la revendication 2 ; caractérisé en ce que lesdits moyens de déflexion en site comprennent un miroir galvanométrique (201).

4. Système selon la revendication 2 ; caractérisé en ce que
 5 lesdits moyens de déflexion en site comprennent une barrette (B) d'éléments laser (L_1 à L_3) commandés par des signaux de commande d'émission (V_1 à V_3) d'un rayonnement laser (F', F, F'') des moyens de collimation (L_c) du rayonnement et des moyens de réflexion (M_f) du rayonnement, de manière à émettre ledit rayonnement selon une suite de
 10 directions déterminées présentant des angles à variation discrète en site ($-\alpha, +\alpha$) par rapport à un axe préétabli (Δ_H).

5. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 ; caractérisé en ce que les dispositifs interrogateur et répondeur sont constitués chacun par un dispositif identique (3, 3') ; en ce que les
 15 moyens (31) d'émission comprennent des première (310, 311, 313) et seconde (310, 311, 312) sources de rayonnement laser ; la première source émettant selon une direction moyenne (Δ') parallèle à l'axe moyen (Δ) du champ de réception des moyens de réception (30), et la seconde source émettant selon une direction moyenne (Δ'') formant un angle
 20 déterminé en gisement (θ_D) par rapport audit axe moyen (Δ) du champ de réception ; et en ce que, en mode interrogateur, le dispositif (3) est immobilisé et émet, par l'intermédiaire de ladite première source un rayonnement laser d'interrogation et, en mode répondeur, le dispositif (3') est animé d'un mouvement de rotation, le rayonnement laser de
 25 réponse étant émis par l'intermédiaire de ladite seconde source.

6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 4 ; caractérisé en ce que les dispositifs interrogateur et répondeur sont constitués chacun par un dispositif identique ; en ce que les moyens d'émission (C_E) émettent dans un champ compris en tout ou partie dans
 30 le champ de réception (C_R) des moyens de réception ; les axes moyens de ces champs étant décalés d'un angle déterminé (γ) de manière à ce que l'émission d'un rayonnement en réponse à un rayonnement d'interrogation détecté soit retardée d'un intervalle de temps préétabli et

en ce que en mode interrogateur le dispositif est immobilisé et en mode répondeur le dispositif est animé d'un mouvement de rotation.

7. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 ; caractérisé en ce que les moyens d'émission comprennent des diodes
5 laser.

8. Système selon la revendication 7 ; caractérisé en ce que lesdites diodes lasers sont des diodes du type "Gallium-Indium-Arsenic-Phosphore" et en ce que les détecteurs sont des barrettes de photodiodes choisies parmi les types suivants : Germanium ou Indium-
10 Gallium-Arsenic.

9. Système selon la revendication 7 ; caractérisé en ce que lesdites diodes lasers sont des diodes du type Gallium-Arsenic et en ce que les détecteurs sont des barrettes de photodiodes du type Silicium.

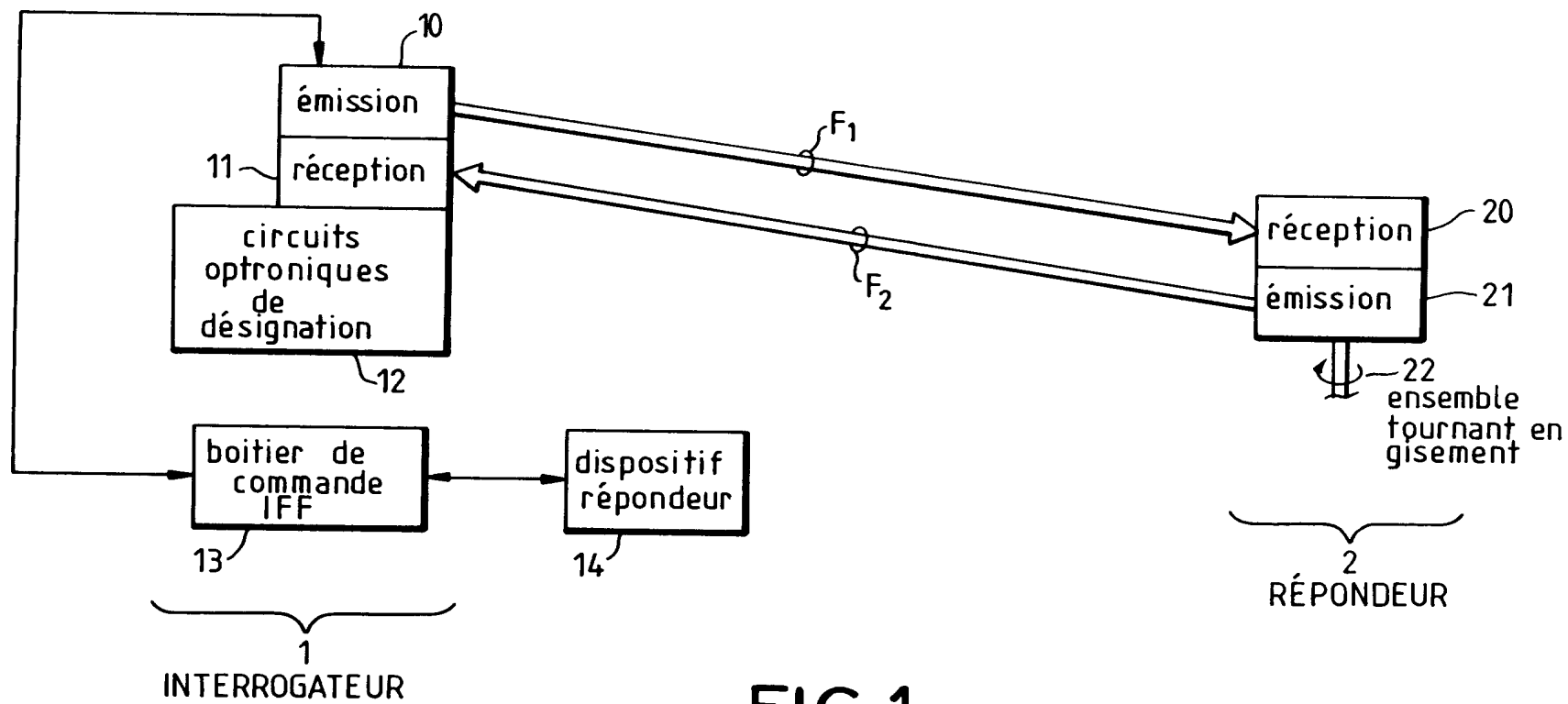


FIG.1

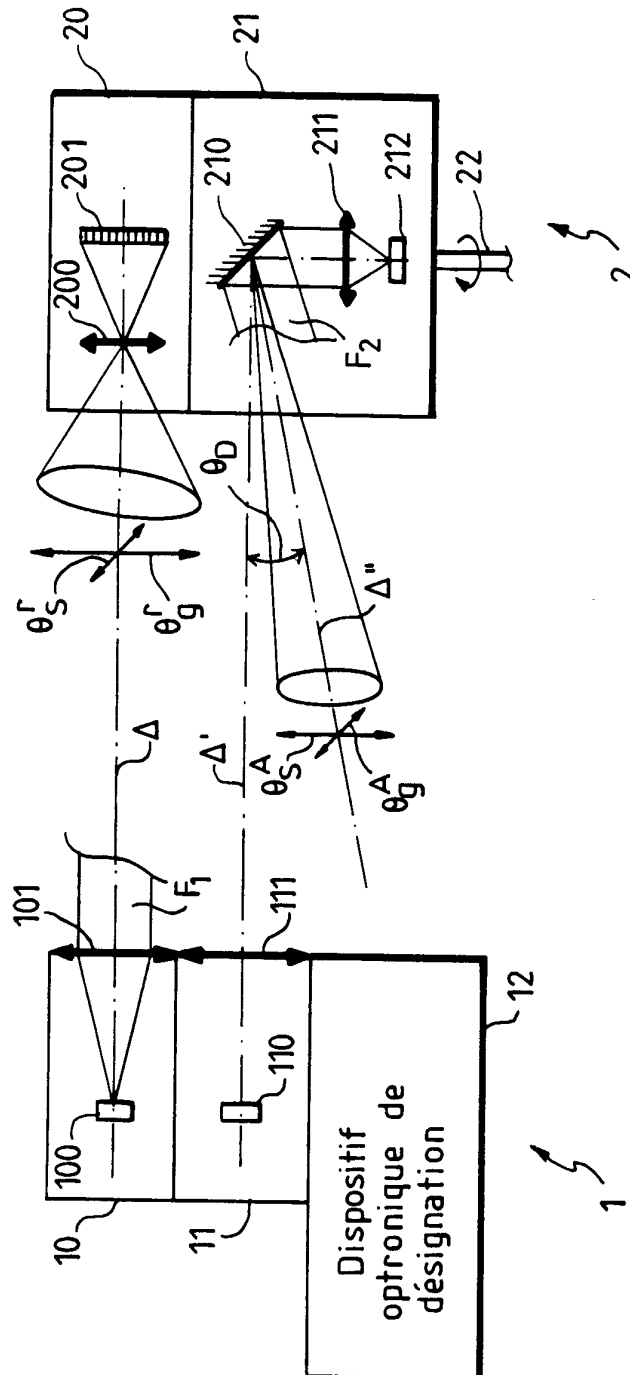


FIG.2

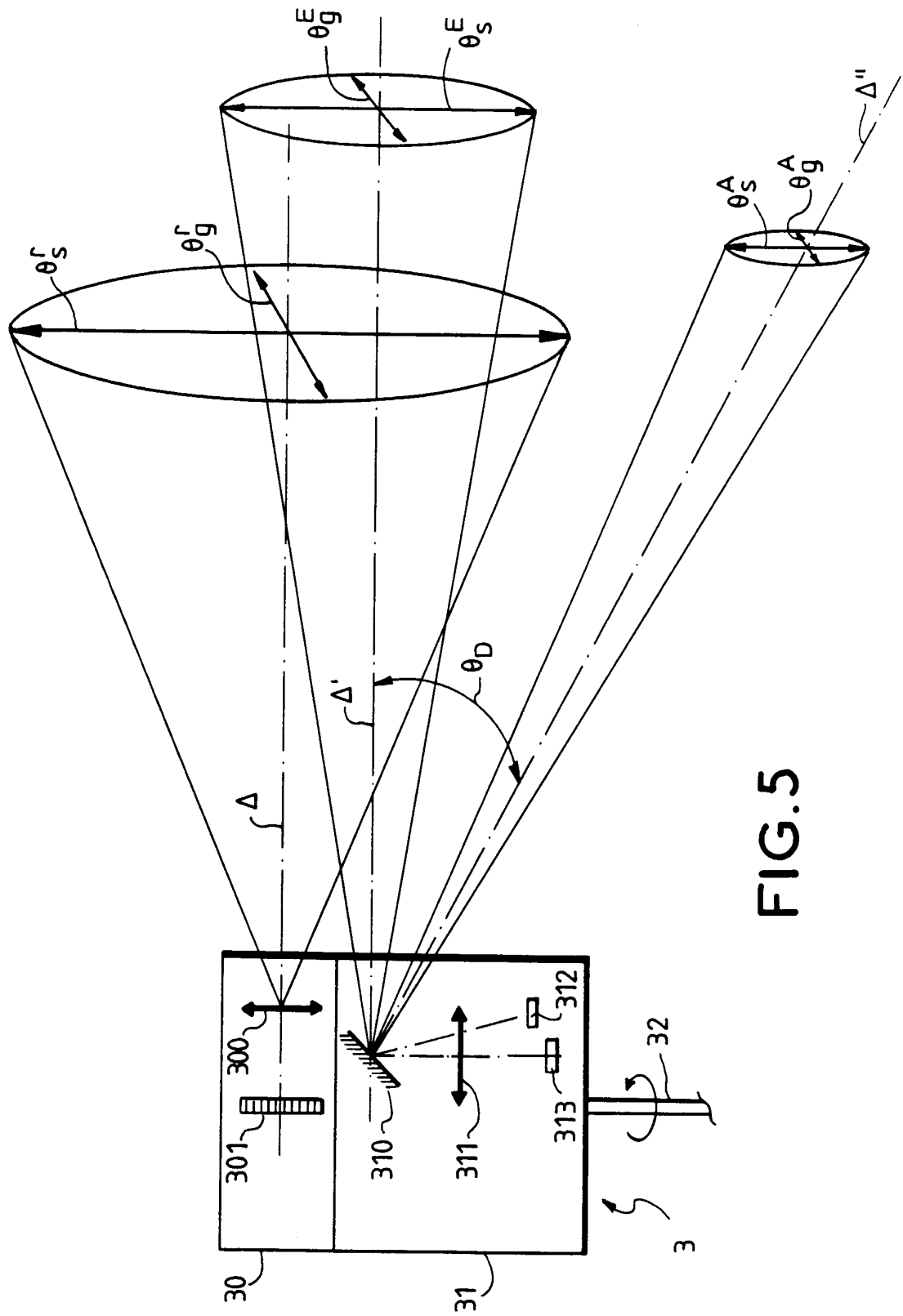


FIG. 5

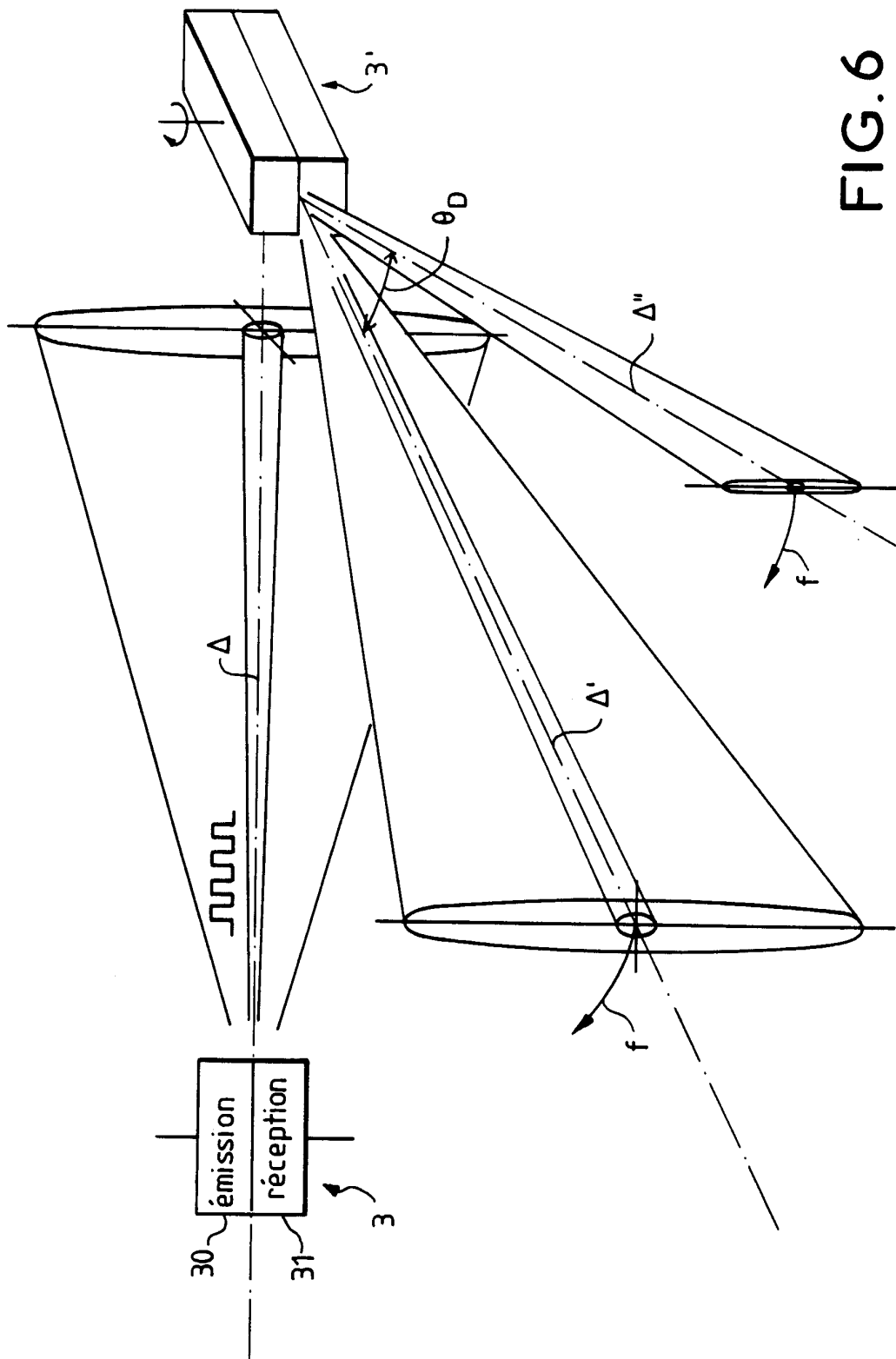


FIG. 6

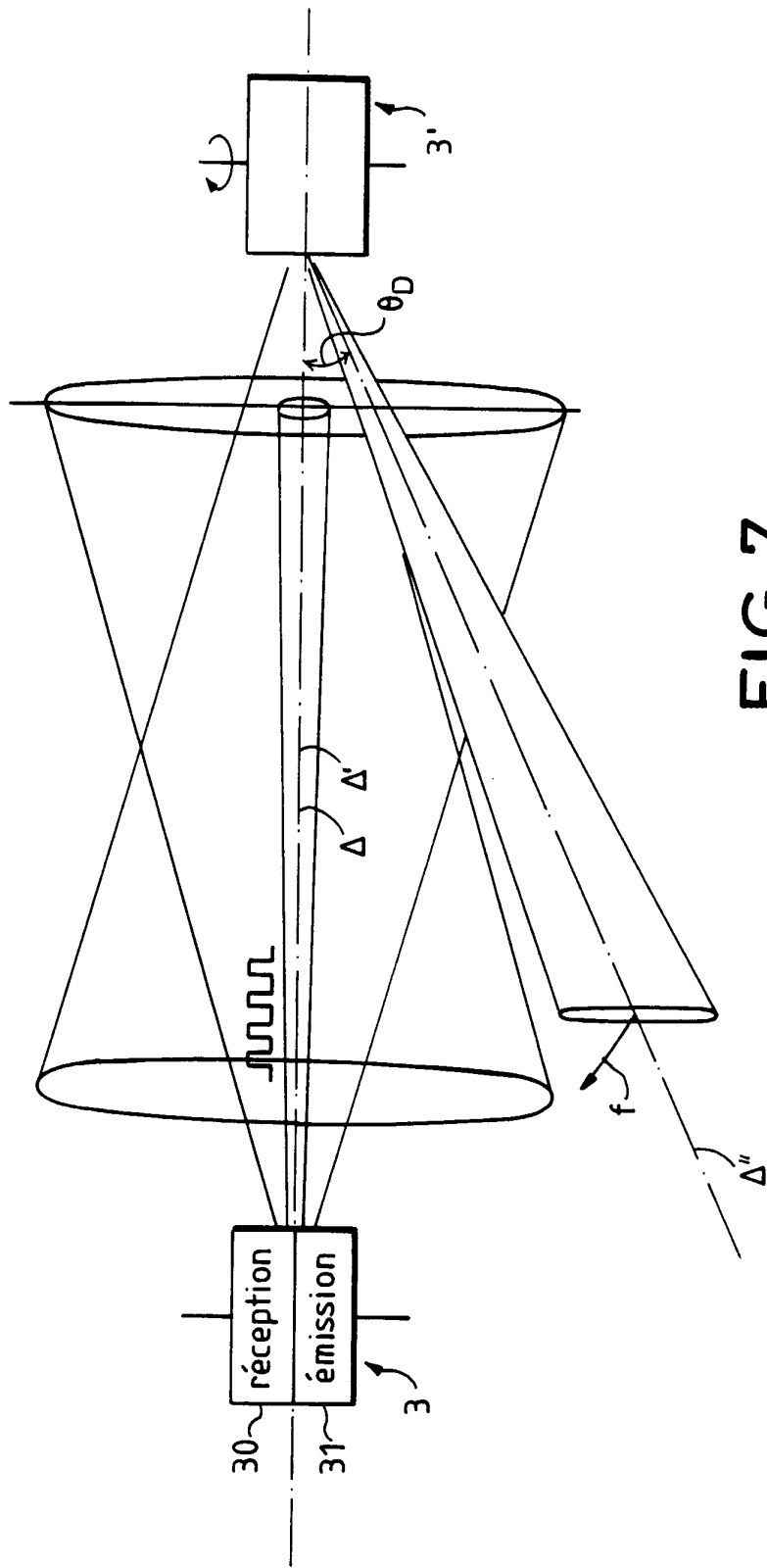


FIG. 7

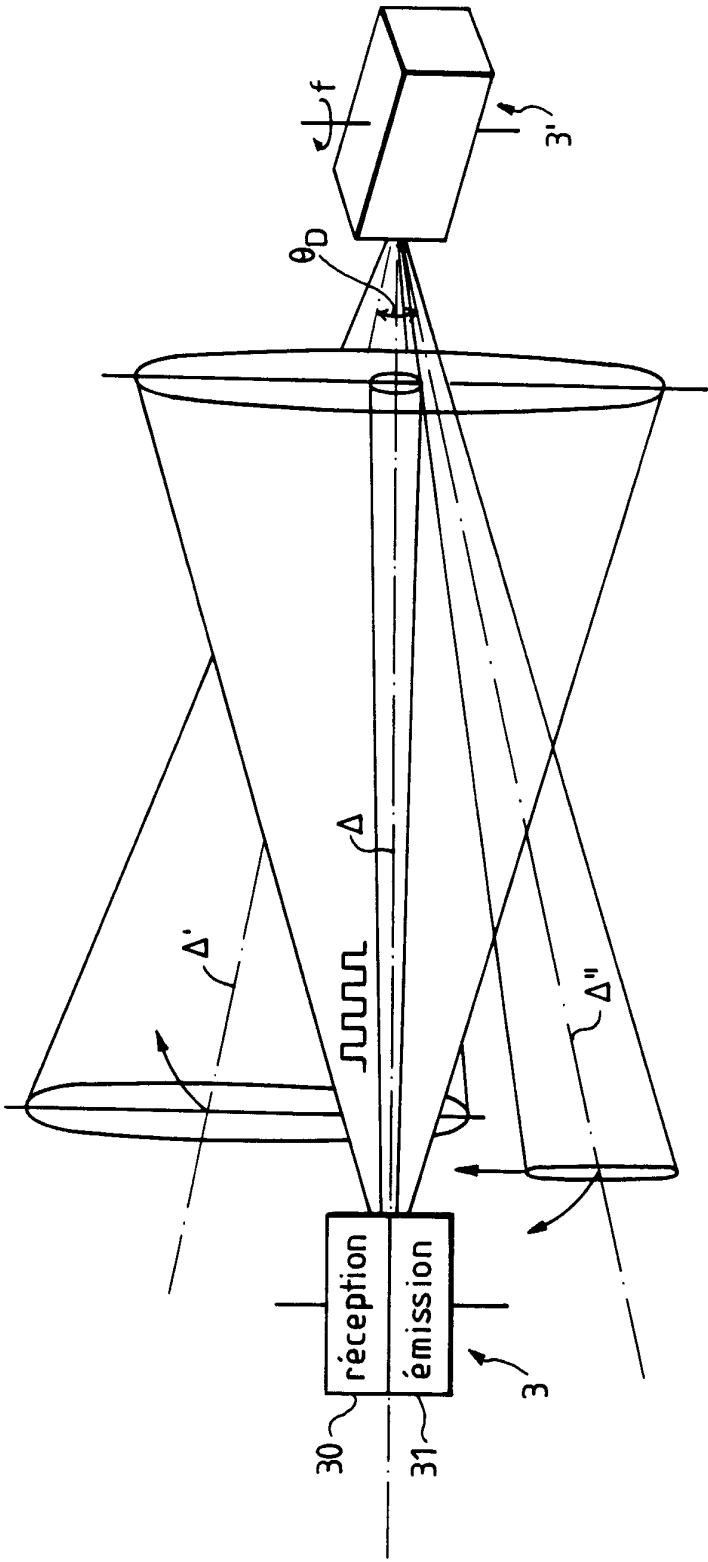


FIG. 8

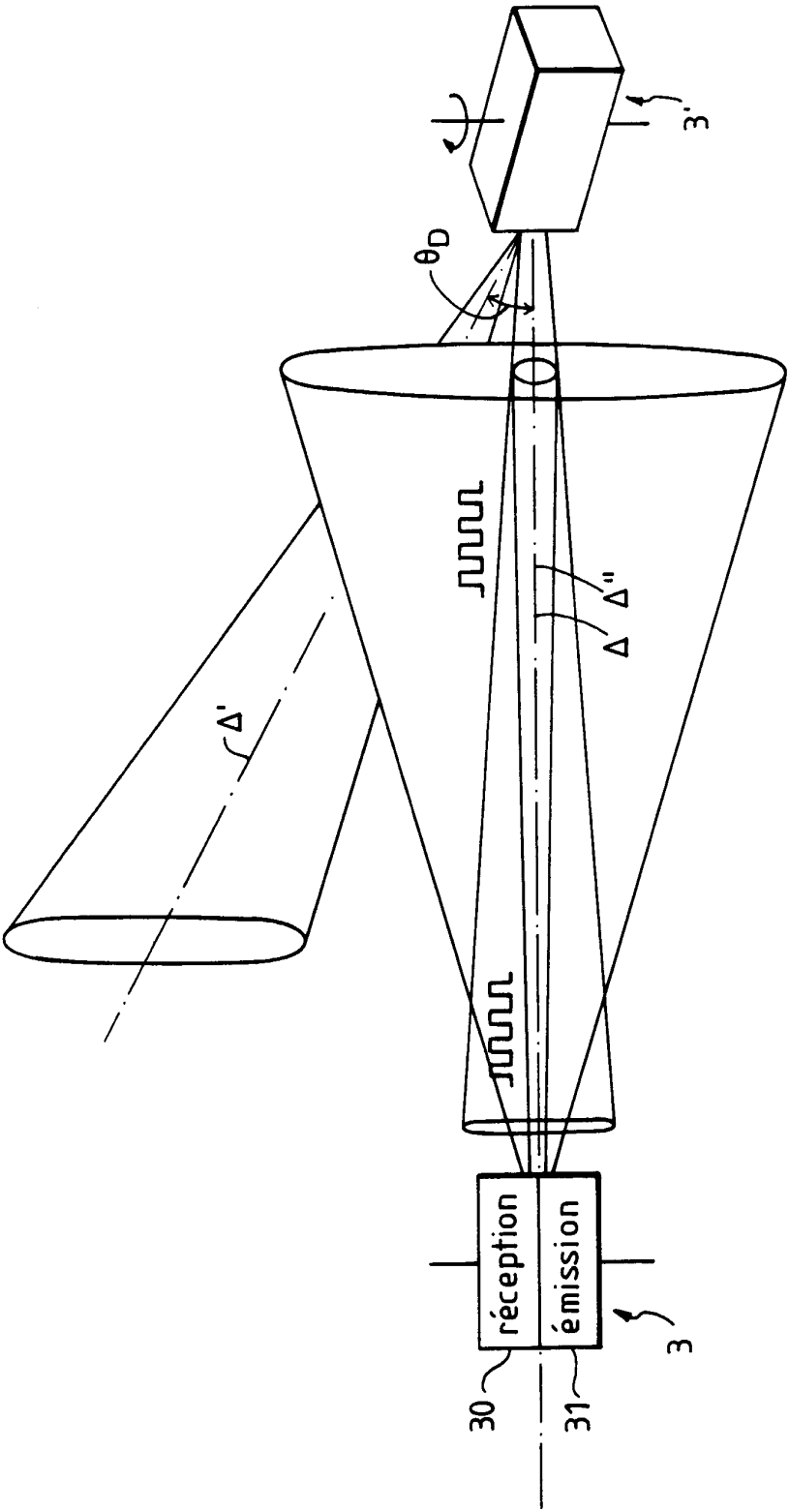


FIG. 9

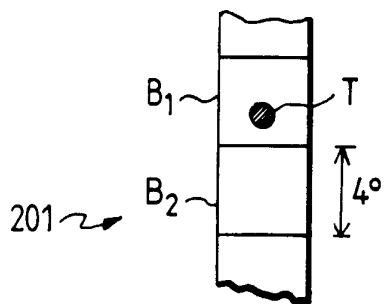


FIG. 3

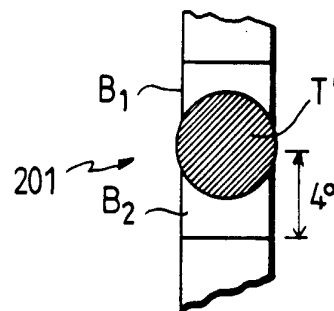


FIG. 4

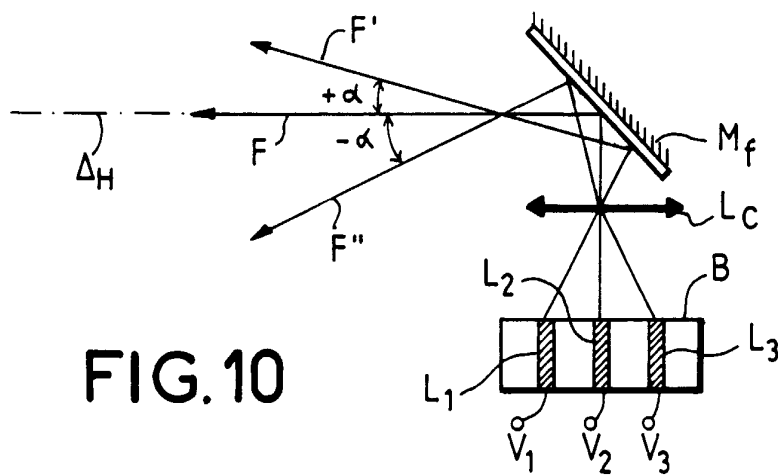


FIG. 10

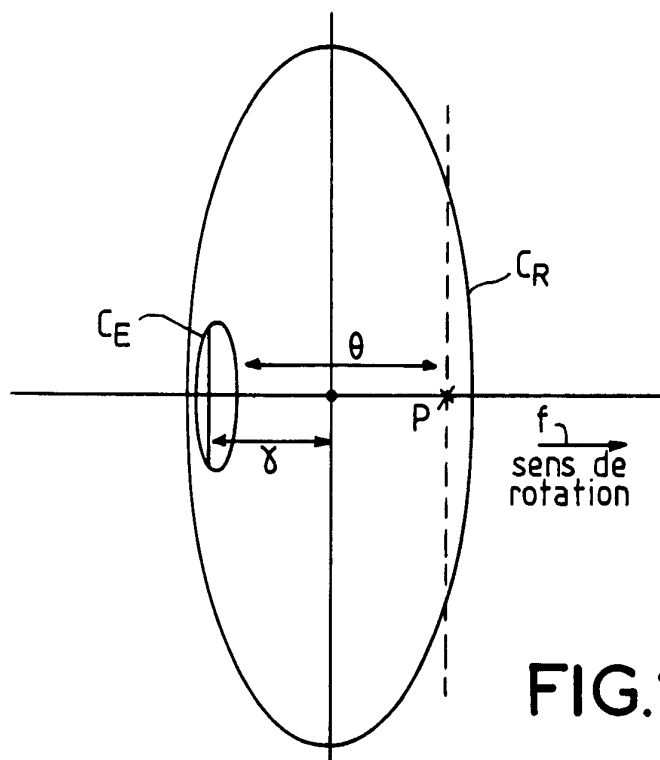


FIG. 11