

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 04043

(54) Dispositif de compensation des distorsions des réflecteurs pour antennes de réception et/ou transmission d'ondes à faisceaux multiples.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 Q 1/00; H 04 B 1/18.

(22) Date de dépôt 10 mars 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 37 du 16-9-1983.

(71) Déposant : AGENCE SPATIALE EUROPEENNE, organisation gouvernementale. — FR.

(72) Invention de : Antonio Saitto et Giovanni Mica.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Claude Rodhain, conseils en brevets d'invention,
30, rue La Boétie, 75008 Paris.

" Dispositif de compensation des distorsions des réflecteurs pour antennes de réception et/ou transmission d'ondes à faisceaux multiples ".

La présente invention concerne les
5 dispositifs de compension des distorsions des réflecteurs pour antennes de réception et/ou transmission d'ondes à faisceaux multiples comportant un réflecteur et un réseau de formation de faisceaux présentant un groupement de sources primaires, du type comprenant des moyens de détection des distorsions du réflecteur,
10 des moyens de production d'un signal d'erreur commandés par ces moyens de détection, et des moyens de correction des distorsions du réflecteur commandés par ce signal d'erreur.

Il est connu que l'utilisation d'antennes à faisceaux multiples, à réflecteurs de très grandes
15 dimensions, est conditionnée par la possibilité de contrôler les formes des faisceaux de manière à limiter les interférences co-canal, ainsi que par la réduction d'autres performances du système.

Or, la structure du réflecteur est
20 l'objet de distorsions que l'on classe en général en deux catégories, à savoir les distorsions linéaires et les distorsions non linéaires, et l'on sait qu'une distorsion linéaire de la structure du réflecteur n'entraîne qu'un déplacement des faisceaux, la forme de ceux-ci demeurant constante, tandis qu'au
25 contraire une distorsion non linéaire provoque une modification de cette forme. On sait également que l'on peut compenser toute distorsion linéaire éventuelle en utilisant le mécanisme de pointage de l'antenne qui permet de faire tourner le réflecteur sans modifier la distance focale du système, ce qui donne une
30 correction du déplacement des faisceaux, sans que cela n'affecte la forme de ceux-ci.

En ce qui concerne par contre les distorsions non linéaires et la variation de forme des faisceaux ou le déplacement relatif entre faisceaux qui peut en résulter,
35 on connaît jusqu'ici deux méthodes qui permettent d'en effectuer

- 2 -

la correction. La première méthode est basée sur l'utilisation d'antennes à structure variable et met en oeuvre un dispositif qui est capable de modifier la forme ou la position de l'antenne, ou encore l'une et l'autre, en réponse à un signal d'erreur. La seconde méthode consiste, en réponse à ce même signal

5 d'erreur, à modifier les caractéristiques d'amplitude et de phase des éléments du réseau de formation de faisceau (RFF), sans que cela n'affecte la forme et la position du réflecteur.

Dans les dispositifs connus, le signal

10 d'erreur est produit par balayage du réflecteur au moyen d'un laser qui en détecte les distorsions possibles. Il s'agit toutefois là de moyens indirects dont la mise en oeuvre est difficile et qui sont donc inappropriés.

C'est pourquoi, l'invention a pour but

15 de fournir des moyens de production d'un signal d'erreur qui soient directs, tout en pouvant toujours être utilisés aussi bien avec l'une qu'avec l'autre des deux méthodes de correction précitées (c'est-à-dire, aussi bien dans le cas où les moyens de correction des distorsions du réflecteur comprennent

20 un dispositif de modification de forme et/ou de position du réflecteur, que dans le cas où ces moyens comprennent un dispositif de modification des caractéristiques d'amplitude et de phase des éléments du réseau de formation de faisceaux).

A cet effet, l'invention a pour objet

25 un dispositif de compensation du type précité, caractérisé en ce que les moyens de détection des distorsions comprennent au moins un émetteur de signaux HF qui est fixe et situé à distance et qui coopère avec le groupement de sources primaires du réseau de formation de faisceaux qui est en mode récepteur, ce

30 groupement comprenant une source primaire centrale et des sources primaires périphériques qui sont au nombre d'au moins deux et sont disposées autour de la source primaire centrale suivant un arrangement symétrique, tandis que les moyens de production d'un signal d'erreur comprennent un circuit d'addition dont

35 les moyens d'entrée sont reliés aux deux sources primaires

périphériques considérées, tandis que sa sortie est reliée à un circuit générateur de signal de correction de distorsion linéaire. De préférence, les deux sources primaires périphériques considérées peuvent être reliées à deux entrées commutables d'un organe de commutation dont la sortie est reliée à une entrée dudit circuit d'addition.

Il est en effet connu que, dans les antennes multifaisceaux qui comportent classiquement un réseau de formation de faisceaux, les différents éléments du groupement de sources primaires sont disposés suivant un arrangement symétrique, par exemple rectangulaire, triangulaire, etc... Il est donc clair que certains de ces éléments et même éventuellement tous peuvent être utilisés conformément à l'invention pour élaborer les signaux voulus. Plus particulièrement, l'indication qui précède, selon laquelle ce groupement de sources primaires fonctionne en mode récepteur, signifie que ses éléments sont utilisés pour détecter les signaux envoyés par ledit émetteur.

L'invention trouve une application particulière avantageuse sur les antennes à faisceaux multiples montées sur des satellites, auquel cas l'émetteur HF est constitué par une balise située sur la terre et qui est calée en direction du satellite voulu.

L'agencement indiqué plus haut permet bien, en traitant ces signaux en provenance de l'émetteur, d'en extraire au moins un signal de correction de distorsion linéaire et éventuellement moyennant des adaptations complémentaires, un signal de correction de distorsion non linéaire et un signal de correction de lacet.

En effet, si l'on considère, par exemple, une antenne à sept sources primaires présentant une symétrie triangulaire, telle que celle qui est illustrée sur la Fig. 1 annexée et qui sera décrite plus en détail par la suite, les différentes sources périphériques du groupement fournissent des faisceaux secondaires ayant des formes approximativement

identiques. Ces faisceaux présentent toutefois, par rapport à l'axe focal de l'antenne et à la source primaire centrale, un décalage qui est donné par la relation :

$$\delta(\varphi) = \beta \frac{S}{2} \quad \varphi = k \ 60^\circ \quad k = 1, 2, \dots, 6 \quad (1),$$

dans laquelle S est la distance existance entre une source périphérique et la source centrale et B le facteur de déviation de faisceau. Ce facteur est donné par :

$$\beta = \beta_0 \left(1 + \frac{\Delta F}{F} \right) \quad (2),$$

dans laquelle F est la distance focale de l'antenne, ΔF la défocalisation et β_0 le facteur de déviation de faisceau sans défocalisation.

On sait que le niveau du signal des six faisceaux périphériques varie avec la portée optique du système, alors que celui du faisceau central y est pratiquement insensible, et que, par ailleurs, la perte de gain est la même pour les sept faisceaux. Le niveau de signal de chacun des faisceaux périphériques peut se calculer par la relation :

$$\text{Epériphérique} \approx \sqrt{G} \exp. \left(-1,388 \frac{(\beta_0 \frac{S}{2F})^2 (1 - \frac{\Delta F}{F})^2}{\theta_3^2} \right) \quad (3),$$

$$\text{ou} \\ \text{Epér.} \approx \sqrt{G} \left(1 + 0,694 \frac{(\beta_0 \frac{S}{F})^2}{\theta_3^2} \cdot \frac{\Delta F}{F} \right) \exp. \left(-1,388 \frac{\beta_0 \frac{S}{2F})^2}{\theta_3^2} \right)$$

dans laquelle G est le gain de l'antenne pour chaque source primaire et θ_3 la largeur de faisceau à 3 dB pour chaque source primaire également.

Si l'on suppose que

$$\theta_3 \approx 1,03 \frac{\lambda}{D} \quad \text{et que } \beta_0 \approx 0,94$$

λ étant la longueur d'onde des ondes utilisées et D le diamètre du récepteur de l'antenne, il en résulte que :

$$E_{\text{pér}} \approx \sqrt{G} \exp. \left(-0,29 \left(\frac{SD}{F\lambda} \right)^2 \right) \left(1 + 0,58 \left(\frac{SD}{F\lambda} \right)^2 \frac{\Delta_F}{F} \right) \quad (5).$$

Si l'on suppose qu'il n'y a pas de défocalisation, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de distortion non linéaire, il est possible de pondérer, d'une manière convenable, les différents signaux de source primaire pour qu'ils satisfassent à l'équation suivante :

$$\alpha \cdot (\text{signal de source centrale}) - 6\beta (\text{signal de source périphérique}) = 0 \quad (6)$$

et la même hypothèse entraîne la simplification suivante de l'équation (5) :

$$E_{\text{pér}} \approx \sqrt{G} \exp. \left(-0,29 \left(\frac{SD}{\lambda_F} \right)^2 \right) = 0 \quad (5'),$$

tandis que le signal de la source primaire centrale est donné par :

$$E_{\text{cent}} \approx \sqrt{G} \quad (3')$$

Dans ce cas, l'équation (6) devient :

$$\alpha \sqrt{G} - 6\beta \sqrt{G} \exp. \left(0,29 \left(\frac{SD}{\lambda_F} \right)^2 \right) = 0 \quad (7)$$

et on peut en déduire la valeur du rapport α/β :

$$\frac{\alpha}{\beta} = 6 \exp. \left(-0,29 \left(\frac{SD}{\lambda_F} \right)^2 \right) \quad (8)$$

Etant donné par ailleurs que la conservation de l'énergie peut s'exprimer sous la forme de la relation :

$$\alpha^2 + 6\beta^2 = 1 \quad (9),$$

on peut déduire de (8) et de (9) les valeurs de α et β .

Ainsi, le signal fourni par le circuit d'addition mentionné plus haut, qui a lui-même élaboré ce signal à partir des signaux provenant des deux sources primaires périphériques considérées, peut être représenté par une fonction du temps $f(t)$ qui représente une mesure de la distorsion linéaire existante qu'il convient de corriger.

Bien que cette distorsion linéaire puisse, dans certains cas, être nulle, auquel cas $f(t) = C$, C étant une constante, elle est en général non nulle et dans

ce cas $f(t)$ est une fonction trigonométrique du temps, telle que par exemple :

$$f(t) = A \cos(\omega t + \varphi) \text{ avec } \omega = \frac{2\pi}{T},$$

T étant la période des ondes utilisées et fournies par l'émet-
5 teur à distance.

De manière particulièrement avantageu-
se, le circuit générateur de signal de correction de distorsion
linéaire peut comprendre un circuit d'élaboration des composan-
tes du signal d'entrée suivant l'axe principal (ou NS) et
10 l'axe transverse (ou EO) du support de l'antenne (axes du sa-
tellite dans le cas particulièrement envisagé) et les deux sorties
de ce circuit être reliées à des organes de commande de rota-
tion du réflecteur de l'antenne. Ces deux composantes ou sor-
ties ont pour valeurs :

$$\begin{aligned} \epsilon_x &= A \cos \varphi \\ \epsilon_y &= A \sin \varphi \end{aligned}$$

On constate donc bien, dans ce cas que le dispositif conforme
à l'invention est utilisé avec la première méthode classique
de correction indiqué plus haut, puisque modifiant la posi-
20 tion de l'antenne.

On notera également que la détermina-
tion du signal de correction de distorsion linéaire qui vient
d'être détaillée ci-dessus, n'a besoin d'utiliser aucun signal
de référence, étant donné que les caractéristiques des fais-
25 ceaux utilisés sont dans ce cas constantes et qu'il ne se pro-
duit qu'un simple déplacement de ces faisceaux. Cette situation
correspond bien au fait que la relation (6) indiquée plus haut
est constamment satisfaite.

Si par contre il existe une défocali-
30 sation, c'est-à-dire une distorsion non-linéaire, le premier
membre de la relation (6) n'est pas égal à zéro, et il est
alors possible, en utilisant cette équation, de calculer un
signal d'erreur de distorsion non-linéaire qui s'obtient à
partir de la relation (6) qui s'écrit dans ce cas :
35 $\alpha \cdot (\text{signal de source centrale}) - 6\beta \cdot (\text{signal de source périphérique}) \neq 0 \quad (10)$

- 7 -

On détermine alors, les valeurs de α et β en considérant une antenne idéale sans distorsion non-linéaire, de sorte que ces valeurs sont données à partir des deux équations (8) et (9) mentionnées plus haut. La combinaison de ces deux dernières équations avec la relation (10) ci-dessus donne alors :

$$\epsilon = \alpha 0,58 \left(\frac{SD}{\lambda_F} \right)^2 \frac{\Delta F}{F} \sqrt{G} \quad (11),$$

relation qui prouve que le signal d'erreur considéré est proportionnel à la défocalisation ΔF .

C'est pourquoi, suivant une autre caractéristique importante de l'invention, au moins l'une des deux sources primaires périphériques peut-être reliée à une première entrée dudit circuit d'addition et la source primaire centrale être reliée à une seconde entrée de ce circuit, tandis que la sortie de ce circuit d'addition est également reliée à un circuit générateur de signal de correction de distorsion non-linéaire.

On constate, en effet, qu'en combinant le signal V_1 de la source primaire centrale et au moins un signal de l'une des sources primaires périphériques, on peut obtenir le signal d'erreur de distorsion non-linéaire ϵ , puisque celui-ci peut s'écrire :

$$\epsilon = \alpha V_1 - 6 \beta V_{\text{périphérique}} \quad (12),$$

et que cette relation est équivalente à la relation (11) qui précède.

Ainsi contrairement au cas précédemment étudié où la distorsion non-linéaire était nulle, il convient ici, pour déterminer le signal d'erreur, d'utiliser un signal de référence qui est élaboré à partir du signal de sortie de la source primaire centrale, étant donné que cette source centrale, comme déjà indiqué, n'est pas sensible aux distorsions non-linéaires. De préférence, un circuit atténuateur et un circuit de décalage de phase peuvent être interposés,

montés en série, entre la sortie de la source primaire centrale et l'entrée associée du circuit d'addition.

De manière particulièrement avantageuse, il peut être prévu qu'au moins trois des sources primaires périphériques soient reliées respectivement à des entrées commutables, en même nombre, d'un organe de commutation dont la sortie est reliée à une entrée du circuit d'addition. En effet, l'une quelconque des sources primaires périphériques peut présenter un défaut ou une panne, auquel cas, si cette source était la seule source périphérique utilisée dans le dispositif de compensation, ce défaut ou panne risquerait de se repercuter sur le bon fonctionnement de ce dispositif, ce qu'évite l'utilisation de plusieurs sources périphériques ici prévue. Dans ce cas, la relation (12) peut s'écrire sous la forme suivante :

$$\varepsilon = \alpha v_1 - 6\beta v (v_{n+2} + v_n - v_{n+1}) \quad (12'),$$

dans laquelle n , $n + 1$ et $n + 2$ sont les numéros d'ordre des trois sources considérées, ou de trois de ces sources lorsqu'elles sont en nombre supérieur, tandis que α et β sont déterminés de la même façon que ci-dessus.

Bien entendu, le mauvais fonctionnement peut également provenir de l'organe de commutation, auquel cas la combinaison précitée des signaux de sortie de plusieurs sources permet de détecter ce mauvais fonctionnement et d'y pallier. Ceci résulte du fait que, si l'organe de commutation fonctionne convenablement, l'équation suivante se trouve satisfaite :

$$(F_{n-1} + F_{n-1}) - F_n = (F_{p-1} + F_{p-1}) - F_p,$$
 avec n et p représentant chacun l'un des numéros d'ordre des différentes sources primaires du groupement qui sont connectées à l'organe de commutation et à condition que $n \neq 1$ et $p \neq 1$. C'est ainsi que, dans le cas d'un groupement de sept sources primaires considéré plus haut, il convient par exemple de

vérifier l'équation :

$$(F_2 + F_4) - F_3 = (F_5 + F_7) - F_6,$$

ce qui peut, par exemple, s'obtenir en prévoyant dans le dispositif de compensation un circuit logique constitué en conséquence et qui permettra alors de déterminer laquelle des entrées commutables de l'organe de commutation ne fonctionne pas.

On notera par ailleurs que le cas ci-dessus considéré, dans lequel il existe une distorsion non-linéaire à corriger, se présente notamment lorsque l'on désire procéder à une correction de pointage de faisceau et à une correction du premier lobe latéral. L'erreur de pointage du faisceau est en particulier provoquée par une rotation du réflecteur ou par une translation de celui-ci perpendiculaire à la ligne focale équivalente du groupement de sources primaires, tandis qu'une dégradation des lobes latéraux est due à une translation du réflecteur le long de cette même ligne focale ou à une ouverture ou fermeture de la structure déployable de ce réflecteur.

De manière particulièrement avantageuse, et comme déjà connu, les signaux d'erreurs étudiés jusqu'ici, à savoir le signal de correction de distorsion linéaire et le signal de correction de distorsion non-linéaire, peuvent, dans le cas d'utilisation du dispositif de compensation conforme à l'invention dans le cadre de la première méthode de correction rappelée plus haut, être appliqués à un mécanisme de commande du réflecteur présentant trois degrés de liberté, ce qui permet le réglage de ce réflecteur à la fois en rotation et en translation axiale.

Le même dispositif de compensation conforme à l'invention peut également permettre de détecter une erreur en lacet du support de l'antenne, par exemple, du satellite. On sait en effet, qu'une rotation de lacet de ce support se décompose en une rotation autour de l'axe de lacet et une translation le long des axes N-S et E-O du réseau

multi-faisceaux. Ainsi, il peut avantageusement être prévu que le dispositif comprenne deux émetteurs de signaux HF situés tous deux à distance de l'antenne, mais à proximité l'un de l'autre, ainsi qu'un second groupement de sources primaires associé au même récepteur de l'antenne, les deux groupements étant reliés aux moyens de production d'un signal d'erreur qui comportent un circuit générateur de signal de correction de lacet. De préférence également, ce circuit générateur peut être relié au mécanisme de réglage d'attitude du réflecteur déjà indiqué ci-dessus.

En effet, si l'on considère le faisceau central associé à la source primaire centrale d'un des groupements considérés, celui-ci présente un angle θ_0 et un déphasage φ_0 par rapport au centre de la Terre T, comme le montre la fig. 6 annexée. Si l'on considère un autre faisceau, celui-ci est disposé suivant des paramètres θ_n et φ_n par rapport au faisceau central considéré. La rotation en lacet correspond plus particulièrement, comme déjà indiqué plus haut, à une rotation autour du faisceau central (dans la mesure où celui-ci coïncide avec l'axe de lacet) et une translation dont les composantes le long des axes E-O et N-S ont respectivement des valeurs de $2 \sin \epsilon/2 \theta_0 \cdot \sin(\varphi_0 + \epsilon/2)$ et $2 \sin \epsilon/2 \theta_0 \cdot \cos(\varphi_0 + \epsilon/2)$. Une détection analogue est simultanément effectuée à l'aide du second émetteur et du second groupement de sources primaires et le circuit générateur de signal de correction de lacet précité comporte un comparateur aux entrées duquel sont fournis des signaux correspondant aux deux déplacements de faisceaux détectés de la manière indiquée ci-dessus. L'erreur résiduelle obtenue est de $2 \sin \epsilon/2 \theta_n$ et celle-ci est bien proportionnelle à l'erreur de lacet considérée dans la mesure où $\sin \epsilon/2$ est très inférieur à 1, ce qui justifie l'action directe du signal résultant sur le dispositif de commande d'attitude du réflecteur. On notera en particulier que dans ce cas le dispositif permet, pour une largeur de faisceau à 3 dB ayant une valeur de 0,2 à 0,3°, d'obtenir une

sensibilité aux erreurs de lacet qui est supérieure à $0,25^\circ$.

La présentation, qui précède, de l'invention permet bien de constater que, bien que l'on utilise un système fonctionnant en HF, les corrections apportées sur le réflecteur sont très largement indépendantes de la fréquence. En outre, le groupement principal de sources primaires utilisé est déjà, en général, un élément constitutif de base de l'antenne qui est rendu nécessaire par l'utilisation multifaisceaux de celle-ci. Ainsi, la complexité et la masse du réseau de formation de faisceaux ne se trouvent pas augmentées et il n'apparaît pas non plus de modification des performances électriques de l'antenne (plus particulièrement en ce qui concerne l'adaptation, les pertes, et le retard de transmission). Enfin, dans le cas d'antennes montées sur des satellites de grande dimension, le réflecteur de base d'une telle antenne présente déjà habituellement des mécanismes d'ouverture (réflecteur déroulable) ou de déploiement que l'on peut modifier d'une manière très simple pour permettre l'exécution des corrections considérées.

On peut, par ailleurs, mettre en oeuvre l'invention en utilisant des groupements de sources primaires dont les éléments soient en nombre différent de sept, mais qui soient par contre toujours disposés de manière symétrique, et dans ce cas, on utilisera des valeurs $\varphi = k \frac{360}{n}$ avec $k = 1, 2, \dots, n$, n étant l'ordre de la symétrie considérée.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui va suivre, à titre d'exemples non limitatifs et en regard des dessins annexés sur lesquels :

- la Fig. 1 représente une vue schématique d'un dispositif de compensation conforme à l'invention et associé à une antenne de satellite ;
- la Fig. 2 représente schématiquement le circuit électrique du dispositif de la Figure 1 ;

- 12 -

- la Fig. 3 illustre le mécanisme de commande d'attitude de l'antenne de la Figure 1 qui est associé au dispositif de compensation correspondant ;

5 - la Fig. 4 représente la variation, dans le temps, du signal de sortie fourni par le circuit électrique de la figure 2 ;

 - la Fig. 5 représente schématiquement un autre mode de réalisation de l'invention permettant d'obtenir un signal de correction de lacet ;

10 - la Fig. 6 représente schématiquement le déplacement de faisceaux correspondant à une erreur de lacet.

 Le dispositif de compensation représenté par les figures 1 à 3 est destiné à équiper une antenne de satellite qui est constituée par un groupement de sources
15 primaires 1 et un réflecteur parabolique 2. La surface effective de ce réflecteur, correspondant à l'ouverture de l'antenne, se trouve décalée latéralement par rapport à l'axe focal D du paraboloïde, tandis que le groupement de sources primaires 1 est disposé avec son centre situé au foyer F du même paraboloïde. Cette antenne est montée, comme le montre plus particulièrement la figure 3, sur la plate-forme 3 d'un satellite, et ceci par l'intermédiaire d'un mécanisme de commande d'attitude 4. Le dispositif de compensation considéré comprend, outre l'antenne décrite ci-dessus, d'une part, un circuit électrique
25 5 qui est interposé entre le groupement de sources primaires 1 et le mécanisme de commande d'attitude 4, et d'autre part, un émetteur HF (haute fréquence) 6 qui est constitué par une balise montée de manière fixe sur la Terre T et qui est calée avec son axe d'émission Δ dirigé vers le réflecteur 2 du satellite, de sorte que l'axe Δ du faisceau incident sur ce réflecteur
30 se trouve être parallèle à l'axe focal D de ce dernier. Le réflecteur renvoie ce faisceau incident parallèle, sous forme d'un faisceau réfléchi convergent qui se concentre autour du foyer F, donc sur le groupement de sources primaires 1.

Comme le montre, plus particulièrement, la figure 2, le groupe de sources primaires 1 comprend une source primaire centrale 7 et six sources primaires périphériques 7a à 7f disposées suivant une symétrie triangulaire autour de la source centrale, c'est-à-dire, suivant les sommets d'un hexagone centrés sur celle-ci. La sortie de la source centrale 7 est reliée à une borne fixe 8, tandis que les sorties des six sources périphériques sont reliées aux six bornes d'entrée commutables 9 d'un commutateur 10. La borne fixe 8 est reliée, avec interposition d'un atténuateur 11 et d'un organe de décalage de phase 12, à une première entrée d'un circuit d'addition 13, tandis que la borne unique de sortie 14 du commutateur 10 est elle-même reliée directement à une seconde entrée de ce circuit d'addition 13. La sortie de ce dernier circuit est reliée à un convertisseur en basse fréquence 15 qui est lui-même relié, d'une part, à un circuit générateur de composantes d'un signal de correction de distorsion linéaire 16 présentant deux sorties de composantes 16a et 16b et, d'autre part, à un autre circuit générateur d'un signal de correction de distorsion non-linéaire 17 présentant une sortie 17a.

Comme le montre la Fig. 3, le mécanisme de commande d'attitude 4 est un mécanisme à trois degrés de liberté qui comprend, d'une part, deux organes 18 et 19 de commande de rotation autour des deux axes transversaux du réflecteur 2, ces deux organes étant interposés entre des paliers 20 solidaires du réflecteur et deux bras de support 20, et d'autre part, un organe 22 de commande de translation du réflecteur, qui est constitué par un organe de rotation autour d'un axe 23 solidaire de la plate-forme 3 et lui-même parallèle à l'un 19 des deux premiers organes de commande de manière à constituer un montage rectangulaire articulé, avec cet autre organe 19 et les deux bras de support 21. Les trois organes de commande en rotation 18, 19 et 22 précités sont normalement constitués par les organes habituellement prévus dans le mécanisme de pointage automatique MPA des antennes équipant les

satellites de grandes dimensions.

Le fonctionnement du dispositif de compensation qui vient d'être décrit a été suffisamment présenté de manière détaillé dans ce qui précède pour ne pas être repris entièrement ici. On notera néanmoins que le signal émis par la balise 6 est réfléchi vers l'ensemble des sept sources primaires du groupement 1, la source centrale 7 émettant un signal de référence qui est transmis à la borne 8, tandis que les six sources périphériques émettent des signaux qui sont transmis de manière successives par le commutateur 10 à l'autre entrée du circuit d'addition 13. Comme le montre, plus précisément la Fig. 4 :

- à l'instant $t = t_0$, le commutateur connecte la source 7a au circuit 13,
- 15 - à l'instant $t = t_1$, il y connecte la source 7b,
-
- à l'instant $t = t_5$, il y connecte la source 7f,
- et, à l'instant $t = t_6$, il y connecte la source centrale 7 seule.

20 A la suite de ce premier cycle de commutation, un nouveau cycle identique s'engage à partir de l'instant $t = t_7$ où le commutateur connecte à nouveau au circuit 13, la première source périphérique 7a. Le diagramme représenté par la figure 4 permet bien de constater que, dans
25 le cas de présence d'une distorsion non-linéaire du réflecteur 2, le signal de sortie fourni par le circuit d'addition 13 est une fonction trigonométrique $f(t) = A \cos(\omega t + \varphi)$.

De la manière indiquée plus haut, le circuit électrique décrit ci-dessus fournit au circuit de sortie 16 un signal d'erreur de distorsion linéaire dont les deux composantes (sorties 16a et 16b) sont envoyées sur les entraînements des organes de commande de rotation 18, 19 et 22 du mécanisme de commande d'attitude 4. De même, le circuit considéré fournit au circuit de sortie 17 un signal d'erreur de dis-
35 torsion non-linéaire qui est également envoyé sur le même mécanisme 4.

- 15 -

La figure 5 illustre l'adaptation du même dispositif de compensation à l'obtention d'un signal d'erreur de lacet. A cet effet, le premier groupement de sources primaires 1 qui coopère avec la balise 6, est complété par un second groupement de sources primaires 1a analogue qui est disposé sur la plate-forme à côté du premier groupement et qui coopère avec une seconde balise analogue 6a montée à terre à proximité de la première. Les deux faisceaux incidents Δ et Δ_a émis par les deux balises en direction du réflecteur commun 2, sont réfléchis respectivement vers les deux groupements 1 et 1a et ces deux faisceaux incidents sont, eux-mêmes, séparés par une distance angulaire α . Les deux groupements 1 et 1a sont par ailleurs reliés, par l'intermédiaire d'un circuit électrique 5a du type du circuit 5 précédent, au mécanisme de contrôle d'attitude 4. Le fonctionnement de ce dispositif en détection d'erreur de lacet a déjà été précisé précédemment.

La figure 6 ne fait qu'illustrer le raisonnement qui a été fait plus haut concernant la correction des erreurs de lacet, cette figure montrant plus précisément la position d'un faisceau central 24 par rapport au centre C de la terre (angles θ_0 et φ_0) ainsi que la position d'autres faisceaux périphériques 24a disposés suivant les angles θ_n et φ_n . Cette figure illustre également la valeur t de la translation à corriger et la valeur ϵ de l'erreur de lacet résiduelle qui peut être relevée par l'intermédiaire du détecteur HF.

REVENDICATIONS

1°) - Dispositif de compensation des distorsions des réflecteurs pour antennes de réception et/ou transmission d'ondes à faisceaux multiples comportant un réflecteur (2) et un réseau de formation de faisceaux présentant un groupement de sources primaires (1), du type comprenant des moyens (1-6, 6a) de détection des distorsions du réflecteur, des moyens (5) de production d'un signal d'erreur commandés par ces moyens de détection et des moyens (4) de correction des distorsions du réflecteur commandés par ce signal d'erreur, caractérisé en ce que les moyens (1-6, 6a) de détection des distorsions comprennent au moins un émetteur de signaux HF (6, 6a) qui est situé à distance et qui coopère avec le groupement de sources primaires (1, 1a) du réseau de formation de faisceaux qui est en mode récepteur, ce groupement comprenant une source primaire centrale (7) et des sources primaires périphériques (7a à 7 f) qui sont au nombre d'au moins deux et sont disposées autour de la source primaire centrale suivant un arrangement symétrique, tandis que les moyens (5) de production d'un signal d'erreur comprennent un circuit d'addition (13) dont les moyens d'entrée sont reliés aux deux sources primaires périphériques (7a à 7f), tandis que sa sortie est reliée à un circuit (16) générateur de signal de correction de distorsion linéaire.

2°) - Dispositif de compensation selon la revendication 1, caractérisé en ce que les deux sources primaires périphériques considérées (7a/.../7f) sont reliées à deux entrées commutables (9) d'un organe de commutation (10) dont la sortie (11) est reliée à une entrée dudit circuit d'addition (13).

3°) - Dispositif de compensation selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le circuit (16) générateur de signal de correction de distorsion linéaire comprend un circuit d'élaboration des composantes (16a, 16b) du signal d'entrée suivant l'axe principal

et l'axe transversal du support de l'antenne et les deux sorties (16a, 16b) de ce circuit sont reliées à des organes (4) de commande de rotation du réflecteur de l'antenne.

4°) - Dispositif de compensation selon

5 l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'au moins l'une des deux sources primaires périphériques (7a à 7f) est reliée à une première entrée dudit circuit d'addition (13), et la source primaire centrale (7) est reliée à une seconde entrée de ce circuit (13), tandis que la sortie de ce
10 circuit d'addition (13) est également reliée à un circuit générateur de signal de correction de distorsion non-linéaire (17).

5°) - Dispositif de compensation selon la revendication 4, caractérisé en ce qu'un circuit atténuateur (11) et un circuit de décalage de phase (12) sont interposés,
15 montés en série, entre la sortie (8) de la source primaire centrale (7) et l'entrée associée du circuit d'addition (13).

6°) - Dispositif de compensation selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, caractérisé en ce qu'au moins trois des sources primaires périphériques (7a à
20 7f) sont reliées respectivement à des entrées commutables (9), en même nombre, d'un organe de commutation (10) dont la sortie (11) est reliée à une entrée du circuit d'addition (13).

7°) - Dispositif de compensation selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en qu'un
25 convertisseur en basse fréquence (15) est interposé entre le circuit d'addition (13) et le ou les circuits générateurs de signal de correction de distorsion (16,17).

8°) - Dispositif de compensation selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce
30 qu'au moins trois des sources primaires périphériques (7a à 7f) sont reliées respectivement à des entrées commutables (9), en même nombre, d'un organe de commutation (10) dont la sortie (11) est reliée à une entrée de circuit d'addition (13).

- 18 -

9°) - Dispositif de compensation selon
l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce
que chaque circuit générateur de signal de correction (16, 17)
est reliée à un mécanisme (4) de réglage d'attitude du réflec-
5 teur (2).

10°) - Dispositif de compensation selon
l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que
chaque groupement de sources primaires (1, 1a) comprend sept de
ces sources.

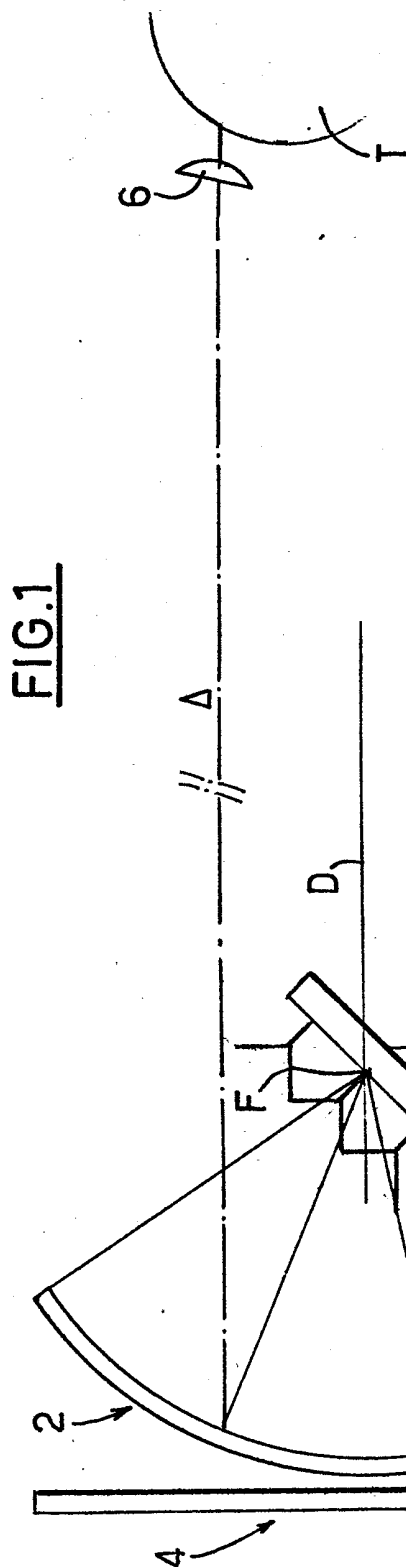


FIG. 1

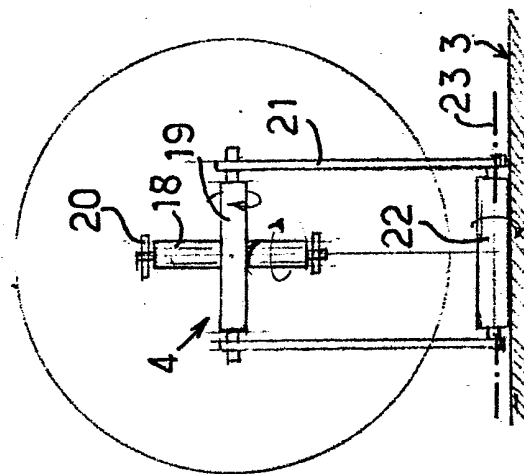
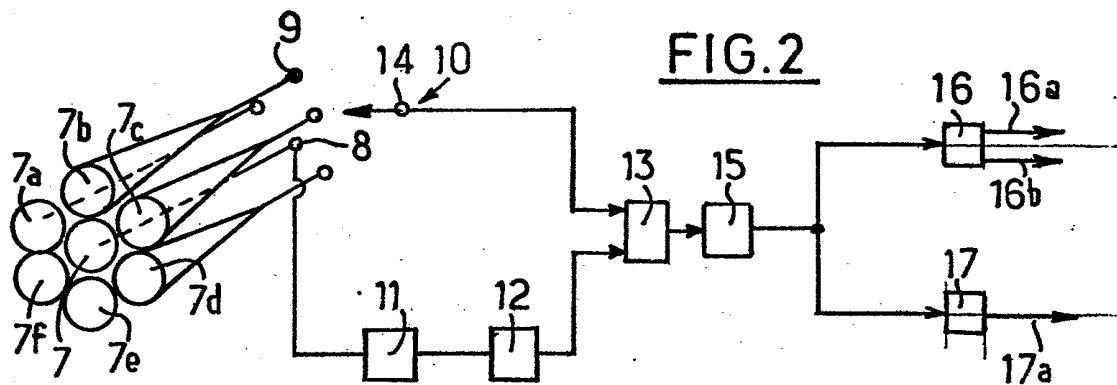
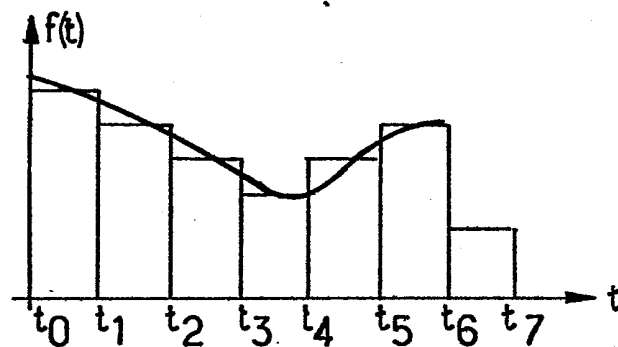
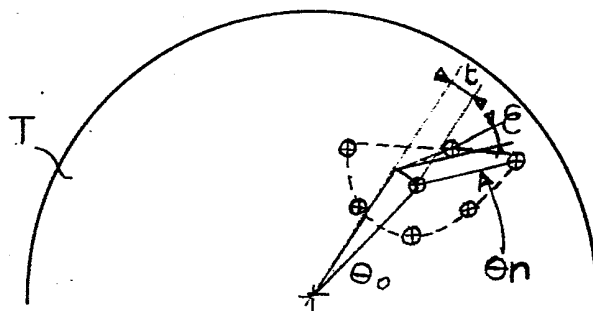
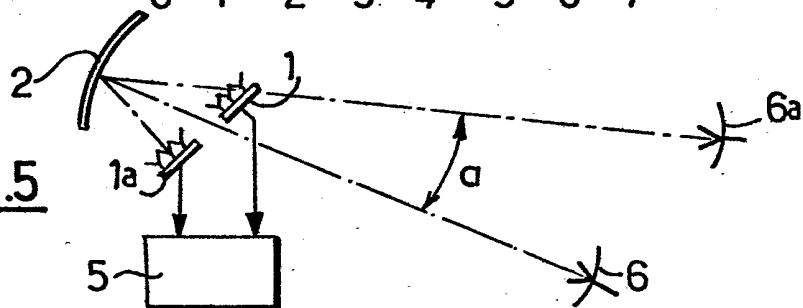


FIG. 3

2/2

**FIG. 4****FIG. 5****FIG. 6**