



**Europäisches Patentamt**  
**European Patent Office**  
**Office européen des brevets**

⑪ Numéro de publication:

**0 108 670**  
**B1**

⑫

## **FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:  
**21.09.88**

⑤① Int. Cl.⁴: **H 01 Q 3/40, H 01 Q 3/26**

②① Numéro de dépôt: **83402025.7**

②② Date de dépôt: **18.10.83**

---

⑤④ **Dispositif d'alimentation d'une antenne réseau à faisceau de balayage.**

---

③① Priorité: **26.10.82 FR 8217917**

④③ Date de publication de la demande:  
**16.05.84 Bulletin 84/20**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:  
**21.09.88 Bulletin 88/38**

⑥④ Etats contractants désignés:  
**DE GB IT NL**

⑤⑥ Documents cités:  
**GB-A-2 034 525**  
**US-A-3 731 315**  
**US-A-4 080 605**  
**US-A-4 228 436**  
**US-A-4 257 050**

⑦③ Titulaire: **THOMSON- CSF, 173, Boulevard**  
**Haussmann, F-75379 Paris Cédex 08 (FR)**

⑦② Inventeur: **Becavin, Henri, THOMSON- CSF SCPI**  
**173, bld Haussmann, F-75379 Paris Cedex 08 (FR)**

**EP 0 108 670 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

La présente invention est relative à un dispositif d'alimentation d'une antenne réseau à faisceau de balayage. Une telle antenne est destinée à produire un faisceau dont la position du maximum est commandée par un certain nombre de déphaseurs disposés dans les lignes d'alimentation.

Pour un certain nombre de raisons et plus particulièrement pour des raisons de coût et de fiabilité, il est souhaitable de diminuer autant que possible le nombre des déphaseurs de commande.

La détermination du nombre minimal de déphaseurs est connue; elle dépend d'un certain nombre de facteurs parmi lesquels on peut citer:

- $F_1(\theta)$ : directivité d'une antenne élémentaire;
- $D_0$ : espacement entre antennes élémentaires;
- $\theta_0$ : plage de balayage du faisceau.

Le diagramme total peut s'écrire sous la forme mathématique:

$$E(\theta) = F_1(\theta) \times F_2\pi(D_0(\sin \theta_1 - \sin \theta))$$

dans laquelle  $F_2$  est maximum pour les valeurs de son argument égales à  $k$ ,  $k$  étant un entier positif, négatif ou nul.

En fonction de  $D_0$ , espacement entre deux antennes élémentaires successives, il y aura un maximum principal pour  $\theta = \theta_0$  et des maximums secondaires égaux au principal pour

$$\sin \theta_p - \sin \theta_0 = \pm \frac{k}{D_0}$$

mais ces maximums secondaires sont indésirables car donnant de fausses indications de direction. La plage de balayage utile du faisceau est alors limitée par l'apparition de ces maximums secondaires. Un moyen pour résoudre ce problème de la limitation de la plage de balayage consiste à rechercher des diagrammes élémentaires tels que  $F_1(\theta)$  soit nul pour  $|\theta| > \theta_0$  et l'idéal serait un diagramme  $F_1$  rectangulaire. Avec un tel diagramme, l'espacement  $D_0$  entre sources pourrait être égal à  $1/\sin \theta_0$ . Mais pour obtenir ce diagramme, il serait nécessaire d'avoir une antenne de directivité infinie entraînant une source élémentaire d'envergure infinie.

Ces considérations sont connues et dans les pages 256 à 258 de l'ouvrage "Phased array antennas" de Olmer et Knittel édité par ARTECH HOUSE, une solution au problème est proposée, consistant à créer des sous-réseaux, c'est-à-dire à grouper un certain nombre d'antennes élémentaires et à les alimenter de façon appropriée à partir d'un distributeur d'énergie, de sorte que ces sous-réseaux rayonnent chacun un lobe approximativement rectangulaire avec des centres de phase séparés les uns des autres d'une distance telle que les maximums secondaires de l'ensemble des sous-réseaux soient rejetés à l'extérieur du lobe principal.

Un exemple de réalisation donnant une solution au problème de la limitation du nombre des déphaseurs par rapport aux sources rayonnantes élémentaires avec obtention d'une plage de balayage du faisceau qui ne soit pas trop limitée peut être trouvée dans le brevet américain US-A-4 228 436. Ce brevet concerne une antenne réseau à faisceau de balayage, telle que le nombre de déphaseurs de cette antenne est inférieur à son nombre d'antennes élémentaires, et telle que ces antennes élémentaires sont regroupées selon des groupements élémentaires de  $M$  antennes élémentaires.

Le dispositif d'alimentation de cette antenne réseau comporte un ensemble de circuits (appelés circuits de type B), munis chacun d'une entrée connectée à la sortie de l'un des déphaseurs, et de  $M$  sorties, et aptes à assurer chacun une distribution sur ses  $M$  sorties de l'énergie reçue sur son entrée.

L'ensemble des sorties de ces circuits de type B est connecté, selon une loi périodique, à l'ensemble des entrées d'un ensemble de circuits de formation de groupements élémentaires, appelés circuits de type A, munis chacun de  $M$  entrées et de  $M$  sorties, ces  $M$  sorties étant connectées aux  $M$  antennes élémentaires d'un groupement élémentaire.

Une telle structure a notamment pour inconvénient d'impliquer une limitation de la plage de balayage, due à ce que le dispositif d'alimentation ne peut alimenter de façon adéquate, c'est-à-dire avec un certain nombre de courants indépendants, qu'un nombre relativement faible d'antennes élémentaires.

La présente invention permet au contraire d'assurer plusieurs alimentations indépendantes pour les antennes élémentaires, grâce à un meilleur brassage entre signaux issus des différents déphaseurs avant d'attaquer les différentes antennes élémentaires.

Ceci est obtenu, conformément à la revendication 1, en prévoyant un nombre d'entrées et de sorties  $N$  des groupements élémentaires inférieur au nombre de sorties  $M$  des circuits distributeurs-diviseurs et en insérant entre les circuits distributeurs-diviseurs et les groupements élémentaires, des circuits distributeurs-additionneurs, à  $M$  entrées et  $N$  sorties, aptes à délivrer chacun sur ses  $N$  sorties des sommes pondérées des énergies reçues sur ses  $M$  entrées.

D'autres caractéristiques de l'invention ainsi que des avantages apparaîtront dans la description qui suit donnée à l'aide des figures qui représentent:

- la figure 1, un dispositif d'alimentation, conforme à l'invention, de groupements élémentaires comportant deux antennes élémentaires appartenant à un certain nombre de sous-réseaux de 6 antennes élémentaires;

- la figure 2, un dispositif d'alimentation de groupements élémentaires comportant deux antennes élémentaires appartenant à des sous-réseaux de 12 antennes élémentaires;  
 - la figure 3, un dispositif d'alimentation de groupements élémentaires comportant trois antennes élémentaires;  
 5 - la figure 4, un dispositif d'alimentation de groupements élémentaires comportant quatre antennes élémentaires;  
 - la figure 5, un dispositif d'alimentation détaillé d'un groupement élémentaire à deux antennes élémentaires;  
 - la figure 6, un dispositif d'alimentation détaillée conforme à l'invention pour trois groupements  
 10 élémentaires à deux antennes chacun;  
 - la figure 7, un dispositif d'alimentation symétrique pour un groupement élémentaire de deux antennes, appartenant à un sous-réseau de 12 antennes;  
 - la figure 8, un dispositif d'alimentation simplifié pour un sous-réseau constitué par trois groupements élémentaires de deux antennes chacun;  
 15 - la figure 9, le diagramme de rayonnement obtenu avec l'alimentation symétrique de la figure 8;  
 - la figure 10, le diagramme de rayonnement obtenu avec l'alimentation symétrique de la figure 7;  
 - la figure 11, le diagramme de rayonnement obtenu pour une antenne constituée par 28 sous-réseaux, chacun de 12 antennes avec espacement de deux intervalles élémentaires entre sous-réseaux.

20 On a indiqué dans l'introduction à la présente demande que le dispositif d'alimentation d'une antenne réseau à faisceau de balayage devait être tel qu'il fournisse une plage de balayage utile du faisceau la moins limitée possible et que la limite, le diagramme de rayonnement du lobe principal de l'antenne se rapproche le plus possible de la forme rectangulaire.

Pour se rapprocher de ces conditions, on a été amené, suivant l'art antérieur, à répartir les antennes du  
 25 réseau en un certain nombre de sous-réseaux permettant dans un premier temps de diminuer le nombre des déphaseurs nécessaires pour effectuer le balayage de l'espace par le faisceau formé. Les sous-réseaux constitués à partir du réseau, sont caractérisés par le nombre d'antennes qu'ils comportent et par l'intervalle qui sépare deux sous-réseaux voisins. Suivant la façon dont les sous-réseaux sont alimentés, certains inconvénients subsistent, en particulier une certaine limitation de la plage de balayage due à ce que le  
 30 dispositif d'alimentation ne peut alimenter de façon adéquate, c'est-à-dire avec un certain nombre de courants indépendants qu'un nombre relativement faible d'antennes élémentaires.

Le dispositif d'alimentation suivant l'invention, remédie à ces inconvénients en assurant plusieurs alimentations distinctes aux antennes des sous-réseaux réparties en groupements élémentaires par l'intermédiaire des deux groupes de circuits qui ont été définis, l'agencement de ces circuits permettant en  
 35 plus d'agir indépendamment sur la distribution de l'amplitude et de la phase.

La figure 1 représente un dispositif d'alimentation conforme à l'invention, alimentant un certain nombre de groupements élémentaires  $R_0$  en lesquels les sous-réseaux sont divisés. Les groupements élémentaires sont caractérisés par le nombre relativement faible, de 2 à 5 ou 6 antennes élémentaires qu'ils comportent. On a  
 40 choisi ici des groupements élémentaires comportant  $N = 2$  antennes élémentaires,  $S_i$ ,  $i$  variant de 1 à  $n$ .

Les sous-réseaux considérés sont repérés par les références  $R_1$  à  $R_7$  et comprennent chacun 6 antennes élémentaires. On n'a figuré que 7 sous-réseaux, les sous-réseaux se recoupant à leurs extrémités étant séparés les uns des autres de  $N$  intervalles élémentaires  $D_0$ , ici donc 2  $D_0$ . Les groupements élémentaires sont repérés  
 45  $R_{01}$  à  $R_{04}$  et constituent un ensemble I. Chaque groupement élémentaire comporte un nombre d'entrées et de sorties égal. Ici ce nombre  $N$  est égal à 2. Les ensembles II et III constituent les moyens rassemblant un certain nombre des groupements élémentaires  $R_0$ , suivant l'invention. L'ensemble II comprend un certain nombre de circuits appelés distributeurs-additionneurs  $C_1$  à  $C_4$  et l'ensemble III comprend un certain nombre de circuits appelés distributeurs-diviseurs  $F_1$  à  $F_3$  qui sont chacun connecté par un déphaseur  $Ph$  à un distributeur d'énergie 3 dont les sorties correspondantes sont espacées de 2 espacements élémentaires  $D_0$ . Suivant l'invention les ensembles II et III rassemblent  $MN$  antennes élémentaires, soit ici 6 antennes,  $M$  étant égal à 3  
 50 et  $N$  à 2.

Dans l'exemple de la figure 1, l'alimentation des antennes avec plusieurs alimentations distinctes se fait de la façon suivante.

Les circuits distributeurs-diviseurs  $F_1$ ,  $F_2$ ,  $F_3$  comportent chacun 1 entrée, 3 sorties, et répartissent l'énergie délivrée par le distributeur 3 respectivement aux trois entrées des circuits distributeurs additionneurs  $C_1$ ,  $C_2$ ,  
 55  $C_3$ ,  $C_4$  dont les deux sorties alimentent respectivement un groupement élémentaire soit ici  $R_{01}$ ,  $R_{02}$ ,  $R_{03}$ ,  $R_{04}$ .

On constatera que le nombre des sorties d'un circuit distributeur-diviseur est égal au nombre des entrées d'un circuit distributeur-additionneur et que chaque sortie d'un distributeur-diviseur  $F_1$  par exemple est connectée à une entrée portant le même indice numéral des diviseurs additionneurs successifs; ainsi la sortie 1 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 1 au circuit  $C_1$ , la sortie 2 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  
 60  $C_2$ , la sortie 3 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 3 du circuit  $C_3$ , la sortie 1 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_2$ , la sortie 2 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_3$  et la sortie 3 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 3 du circuit  $C_4$  et ainsi de suite pour le circuit  $F_3$ . On constate bien dans cet exemple d'alimentation que les antennes d'un groupement élémentaire appartenant à plusieurs sous-réseaux par exemple, les antennes des groupements  $R_{03}$  et  $R_{04}$  appartenant aux sous réseaux  $R_2$ ,  $R_5$ ,  $R_3$ ,  $R_7$ ,  $R_6$  reçoivent  
 65 plusieurs alimentations distinctes.

La figure 2 représente un dispositif d'alimentation conforme à l'invention, alimentant un certain nombre de groupements élémentaires  $Ro_1$  à  $Ro_7$  à 2 antennes en lesquels les sous réseaux sont divisés.

Les sous-réseaux considérés ici sont repérés par les références  $R_1$  et  $R_2$  et ils sont séparés de  $N$  intervalles élémentaires  $Do$ , ici donc  $2Do$ . Chaque groupement élémentaire comporte un nombre d'entrées et de sorties égal. Ici, ce nombre  $N$  est égal à 2. L'ensemble II regroupe les circuits distributeurs additionneurs  $C_1$  à  $C_6$ , rassemblant un certain nombre de groupements élémentaires regroupant  $M$ .  $N$  antennes élémentaires, soit ici 12 antennes,  $M$  étant égal à 6. L'ensemble III regroupe des circuits distributeurs-diviseurs  $F_1$  à  $F_3$  comportant chacun une entrée connectée à un déphaseur  $Ph$  et  $M$  sorties. Les déphaseurs  $Ph_1$  et  $Ph_3$  par exemple, en nombre réduit déjà, sont connectés à un distributeur d'énergie 3 dont les sorties correspondantes sont espacées de  $N$  espacements élémentaires  $Do$ .

L'alimentation des antennes des groupements élémentaires à partir du distributeur d'énergie 3 se fait de la façon suivante, visible sur la figure 2. Chaque circuit distributeur-diviseur  $F_i$  a un nombre de sorties égal au nombre  $M$  des entrées des circuits distributeurs-additionneurs  $C_i$  envisagés et chaque sortie est connectée à une entrée de même rang des circuits distributeurs-additionneurs successifs réalisant une loi de connexion périodique. Ainsi, la sortie 1 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_1$ , la sortie 2 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_2$ , la sortie 3 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 3 du circuit  $C_3$  et ainsi de suite jusqu'à la sortie 6 du circuit  $F_1$  qui est connectée à l'entrée 6 du circuit  $C_5$ . De même, la sortie 1 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_2$ , la sortie 2 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_3$ , la sortie 3 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 3 du circuit  $C_4$  et ainsi de suite. La sortie 1 du circuit  $F_3$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_4$ , la sortie 2 du circuit  $F_3$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_4$  et ainsi de suite.

La figure 3 représente un dispositif d'alimentation conforme à l'invention, pour lequel chaque groupement élémentaire  $Ro_i$  comporte trois antennes élémentaires. Les sous-réseaux  $R_1$  et  $R_2$  comportent chacun 12 antennes. Ces sous-réseaux sont espacés de  $NDo$ , c'est-à-dire de trois intervalles élémentaires  $Do$ . Dans ces conditions, le nombre des circuits distributeurs-additionneurs du groupe II, soit  $M$  est égal à 4. Chacun d'eux comporte quatre entrées et trois sorties, celles-ci étant connectées respectivement aux trois entrées des groupements élémentaires. Les circuits distributeurs-diviseurs  $F$ , dont chacun est connecté au distributeur d'énergie 3 par un déphaseur  $Ph$ , comportent donc chacun une entrée et quatre sorties distribuées de la façon suivante vers les circuits distributeurs additionneurs II.

La sortie 1 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_1$ , la sortie 2 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_2$ , la sortie 3 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 3 du circuit  $C_3$  et sa sortie 4 est connectée à l'entrée 4 du circuit  $C_4$ . Pour le circuit  $F_2$ , les connexions sont les suivantes: sa sortie 1 est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_2$ , sa sortie 2 est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_3$ , sa sortie 3 à l'entrée 3 du circuit  $C_4$  et sa sortie 4 à l'entrée 4 du circuit  $C_5$ . Les connexions des sorties des circuits  $F_3$  et  $F_4$  avec les entrées des circuits  $C$  se font de la même façon, la sortie 1 du circuit  $F_3$  étant connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_3$  et la sortie 2 du circuit  $F_4$  par exemple étant connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_5$ .

La figure 4 représente un dispositif d'alimentation conforme à l'invention, pour lequel chaque groupement élémentaire  $Ro_i$  comporte quatre antennes élémentaires. Les sous-réseaux  $R_4$  et  $R_5$  comportent alors chacun 20 antennes. De fait, suivant l'invention, le nombre  $M$  de circuits d'interconnexion du groupe doit être supérieur au nombre  $N$  des antennes élémentaires des sous-réseaux élémentaires. Dans ces conditions,  $N$  étant choisi égal à 4,  $M$  doit être égal à 5 au minimum et le nombre des antennes d'un sous-réseau est égal à  $MN$  soit 20. Ces sous-réseaux sont espacés de  $NDo$ , soit quatre intervalles élémentaires  $Do$ . Le nombre des circuits distributeurs-additionneurs du groupe II est égal à 5 et chacun comporte cinq entrées et quatre sorties, celles-ci étant respectivement connectées aux quatre entrées des groupements élémentaires. Les circuits distributeurs-diviseurs  $F$ , dont chacun est connecté au distributeur d'énergie 3 par un déphaseur  $Ph$ , comportent donc une entrée et cinq sorties distribuées de la façon suivante aux circuits distributeurs-additionneurs II.

La sortie 1 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_1$ , la sortie 2 du circuit  $F_1$  est connectée à l'entrée 2 du circuit  $C_2$ , la sortie 3 du circuit  $F_1$ , à l'entrée 3 du circuit  $F_3$ , la sortie 4 à l'entrée 4 du circuit  $C_4$ , etc. De même, la sortie 1 du circuit  $F_2$  est connectée à l'entrée 1 du circuit  $C_2$ , la sortie 2 à l'entrée 2 du circuit  $C_3$ , etc. Les connexions des sorties des circuits  $F_3$ ,  $F_4$  et  $F_5$  se font suivant un même schéma avec les entrées des circuits  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ . On notera également que les déphaseurs  $Ph$  sont séparés de quatre intervalles élémentaires.

Un certain nombre d'expérimentations ont été faites avec des dispositifs d'alimentation du genre de ceux des figures 1, 2, 3 et 4 comportant les moyens de regroupement conformes à l'invention, c'est-à-dire regroupant un nombre arbitraire de groupements élémentaires comportant  $N$  antennes élémentaires pour constituer un ensemble alimentant  $MN$  antennes élémentaires constituant un sous-réseau ou  $M$  est supérieur à  $N$  avec un espacement entre deux sous-réseaux égal à  $N$  intervalles élémentaires.

Dans ce qui suit, on donne les limites des plages de balayage obtenues avec un nombre d'antennes variable de 8 à 44, pour des intervalles élémentaires donnés croissant entre deux antennes élémentaires et un nombre variant de 2 à 4 pour les groupement élémentaires considérés. On notera l'intérêt d'avoir un intervalle entre deux antennes élémentaires le plus grand possible qui entraîne une densité d'antennes élémentaires ou sources rayonnantes plus faible.

Le nombre minimum d'antennes et de déphaseurs est fonction de l'intervalle entre antennes élémentaires et du nombre d'antennes du groupement élémentaire.

L'optimum est donc soumis aux contraintes suivantes:

## 0 108 670

1. maximum de Do
2. minimum du nombre d'antennes du sous-réseau.
3. maximum de la plage de balayage.

Par exemple, pour un intervalle élémentaire Do de  $0,5 \lambda$  et des groupements élémentaires à deux antennes,

5 on a :

	nombre d'antennes d'un sous-réseau	limite de balayage (en degrés)
10	8	18,8
	12	20,9
	16	21,8
	18	25
	22	24,9

15

Pour un intervalle élémentaire de  $0,7 \lambda$ , toujours avec des groupement élémentaires à deux antennes, on a :

	nombre d'antennes d'un sous-réseau	limite de balayage (en degrés)
20	8	13,3
	12	14,8
	16	15,4
	18	17,6
25	22	17,5

Pour un intervalle élémentaire de  $0,5 \lambda$  avec des groupement élémentaires à trois antennes, on a :

	nombre d'antennes d'un sous-réseau	limite de balayage (en degrés)
30	12	12,4
	18	13,6
	24	14,2
35	27	16,2
	33	16,1

et pour un intervalle élémentaire de  $0,7 \lambda$  avec des groupements élémentaires à trois antennes, on a :

	nombre d'atennes d'un sous-réseau	limite de balayage (en degrés)
40	12	8,8
	18	9,7
45	24	10,1
	27	11,5
	33	11,4

Pour un intervalle élémentaire de  $0,5 \lambda$  avec des sous-réseaux élémentaires à quatre antennes, on a :

	nombre d'antennes d'un sous-réseau	limite de balayage (en degrés)
50	16	9,2
55	24	10,1
	32	10,5
	35	12,0
	44	11,9

60 et pour un intervalle élémentaire de  $0,7 \lambda$  avec des sous-réseaux élémentaires à quatre antennes, on a :

65

	nombre d'antennes d'un sous-réseau	limite de balayage (en degrés)
5	32	7,5
	36	8,5
	44	8,5

10 A l'aide de ce tableau qui peut être aisément complété, on peut voir que pour obtenir une plage de balayage de 12°, on a un sous-réseau de 36 antennes réparties en neuf groupements élémentaires de quatre antennes séparées chacune de 0,5 λ. Pour une plage de balayage de 12,4°, on pourrait prendre un sous-réseau de 12 antennes réparties en quatre groupements élémentaires de trois antennes séparées chacune de 0,5 λ également.

15 Dans ce qui suit, on va décrire des exemples de réalisation pratique de circuits intervenant dans l'invention, assurant plusieurs alimentations aux antennes élémentaires et agissant de façon indépendante sur la distribution de l'amplitude et de la phase.

20 La figure 5 représente un circuit d'alimentation d'un groupement élémentaire comportant deux antennes S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> connectées par un circuit hybride 4 à des circuits atténuateurs 5 et 6 présentant respectivement un certain poids A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, eux-mêmes connectés aux entrées E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> par l'intermédiaire d'un circuit hybride 7. Les deux alimentations distinctes que l'on obtient pour chacune des deux antennes S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub> peuvent être schématisées de la façon suivante:

$$I_1 = (A_1 + B_1)E_1 + (A_1 - B_1)E_2$$

$$I_2 = (A_1 - B_1)E_1 + (A_1 + B_1)E_2$$

25 I<sub>1</sub> et I<sub>2</sub> étant les courants parcourant respectivement les antennes S<sub>1</sub> et S<sub>2</sub>.

30 La figure 6 montre comment alimenter, dans les conditions optimales suivant l'invention, deux sous-réseaux R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub> comportant chacun quatre antennes, soit S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub>-S<sub>3</sub>-S<sub>4</sub> et S<sub>3</sub>-S<sub>4</sub>-S<sub>5</sub>-S<sub>6</sub> respectivement, les deux sous-réseaux étant espacés de deux intervalles élémentaires, c'est-à-dire que les deux antennes S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub> sont communes aux deux sous-réseaux R<sub>5</sub> et R<sub>6</sub>. Les groupements élémentaires en lesquels sont réparties les antennes des sous-réseaux comprennent ici deux antennes (N = 2). Les deux antennes de chaque groupement élémentaire sont alimentées à travers un diviseur hybride 8, 9, 10 permettant, comme on l'a vu à propos de la figure 5 d'obtenir pour chacune des antennes d'un groupement élémentaire deux alimentations indépendantes. Dans le cas de la figure 6, le rassemblement de deux groupements élémentaires de deux antennes chacun se fait à l'aide de deux circuits diviseurs par 2, soit 11 et 12. Chacun de ces diviseurs est connecté à une sortie E<sub>1</sub>, respectivement E<sub>2</sub> d'un distributeur d'énergie 3, et d'un déphaseur Ph<sub>1</sub>, respectivement Ph<sub>2</sub>, prévus à la sortie du distributeur 3. Dans ce montage, on constate que le signal appliqué à l'entrée E<sub>1</sub> se répartit, par l'intermédiaire du diviseur 11, sur les antennes S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub> d'une part et S<sub>3</sub>-S<sub>4</sub> d'autre part, et que le signal appliqué à l'entrée E<sub>2</sub> se répartit par l'intermédiaire du diviseur 12, sur les antennes S<sub>3</sub>-S<sub>4</sub> d'une part et S<sub>5</sub>-S<sub>6</sub> d'autre part. Les antennes S<sub>3</sub> et S<sub>4</sub> reçoivent dans ces conditions la somme des signaux de chacune des entrées. De plus, grâce aux coefficients A<sub>1</sub> et B<sub>1</sub> représentant le poids des circuits 5, 6, 13, 14, 15 et 16, on peut obtenir la distribution désirée sur les antennes. Le tableau suivant donne pour chacune des antennes S<sub>1</sub> à S<sub>6</sub> considérées la distribution des amplitudes en fonction des coefficients A<sub>1</sub> et B<sub>1</sub>.

	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>	S <sub>6</sub>
E <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> + B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> + B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	0	0
E <sub>2</sub>	0	0	A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> + B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> + B <sub>1</sub>	A <sub>1</sub> - B <sub>1</sub>

50 A partir de ce tableau, on peut déduire les courants I<sub>1</sub> à I<sub>6</sub> qui parcourent les différentes antennes.

55 Suivant l'invention, ce dispositif d'alimentation assurant plusieurs alimentations distinctes par antenne, mis à part les antennes situées aux extrémités des sous-réseaux d'extrémité également, peut être étendu à un nombre quelconque, arbitraire d'antennes réparties en sous-groupes et groupements élémentaires. Pour ce faire, on augmente le nombre des circuits du genre 5, 6 par exemple des atténuateurs, c'est-à-dire que l'on augmente le nombre des coefficients A et B. Suivant l'invention également, les coefficients sont regroupées sur un pont hybride fournissant ainsi deux excitations symétriques pour chaque antenne. Cette façon d'opérer présente une certaine simplification intéressante. Ainsi, avec trois jeux de coefficients soit A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>; A<sub>2</sub>, B<sub>2</sub> et A<sub>3</sub>, B<sub>3</sub>, on obtient une excitation symétrique sur six groupes de deux antennes, c'est-à-dire pour un sous-réseau comportant 12 antennes avec une répartition optimale des courants sur les 12 antennes.

60 La figure 7 donne une représentation d'un tel dispositif d'alimentation réalisé pour un groupement élémentaire comportant deux antennes. Ce dispositif d'alimentation comprend six entrées distinctes E<sub>3g</sub>, E<sub>2g</sub>, E<sub>1g</sub> et E<sub>1d</sub>, E<sub>2d</sub> et E<sub>3d</sub> et fournit 12 courants d'excitation distincts.

65 On notera que le dispositif d'alimentation de la figure 7 est réalisé à l'aide de diviseurs hybrides. Les entrées d'énergie E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>3</sub> et E<sub>2</sub>, E<sub>2</sub>, E<sub>2</sub> sont distribuées symétriquement à gauche et à droite vers les circuits 19 et 20, déterminant les coefficients A et B, par exemple, dans le cas de figure représenté, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub> et

sont appliquées à trois circuits diviseurs par 2 soit 21, 22, et 23. On notera également sur cette figure, la répartition des circuits en groupe I, groupements élémentaires, Roi, groupe II, circuits distributeurs additionneurs Ci et groupe III, circuits distributeurs-diviseurs Fi.

5 Les douze courants d'excitation distincts des antennes de gauche et de droite des groupements élémentaires peuvent alors être définis:

	$E_{3g}$	$E_{2g}$	$E_{1g}$	$E_{1d}$	$E_{2d}$	$E_{3d}$
10 antenne gauche ( $S_1$ )	$A_3 - B_3$	$A_2 - B_2$	$A_1 - B_1$	$A_1 + B_1$	$A_2 + B_2$	$A_3 + B_3$
antenne droite ( $S_2$ )	$A_3 + B_3$	$A_2 + B_2$	$A_1 + B_1$	$A_1 - B_1$	$A_2 - B_2$	$A_3 - B_3$

Si  $I_1, I_2, I_3, I_4, I_5$  et  $I_6$  sont les amplitudes désirées des courants, on peut déterminer aisément les valeurs des coefficients  $A_1, B_1, A_2, B_2, A_3, B_3$ , soit:

$$15 \quad A_1 = 1/2(I_1 + I_2) \quad A_2 = 1/2(I_3 + I_4) \quad A_3 = 1/2(I_5 + I_6)$$

$$B_1 = 1/2(I_1 - I_2) \quad B_2 = 1/2(I_3 - I_4) \quad B_3 = 1/2(I_5 - I_6)$$

20 On peut également déterminer sans ambiguïté, à l'aide d'un système de six équations non linéaires à six inconnues, les différents paramètres de la distribution, y compris les valeurs des couplages permettant d'obtenir une répartition optimale des courants sur les douze antennes considérées.

A titre d'exemple non limitatif, les valeurs de couplage entre les douze antennes, en partant de la gauche, sont données ci-dessous:

$$25 \quad 0,071 ; -0,039 ; -0,178 ; -0,45 ; 0,478 ; 1 ; 1 ; 0,478 ; -0,45 ; -0,0178 ; -0,039 ; 0,071.$$

Dans la description précédente, on a considéré des groupements élémentaires comportant deux antennes et des sous-réseaux décalés les uns des autres de deux intervalles, couvrant deux antennes. Il est évident que l'invention n'est pas limitée à ces données.

30 Les groupements élémentaires peuvent très bien comporter trois ou quatre antennes ou plus, avec des sous-réseaux décalés d'un intervalle correspondant, comme le montrent les figures 3 et 4 par exemple. Cependant, une alimentation comparable à celle de la figure 7 pour un groupement élémentaire comportant trois antennes élémentaires devient relativement compliquée dans la pratique.

35 La figure 8 représente un exemple de réalisation simplifiée d'une alimentation, suivant l'invention, pour six antennes élémentaires divisées en trois groupements élémentaires de deux antennes chacun. La distribution optimale, obtenue théoriquement, des valeurs de couplage entre deux antennes serait: - 0,157 ; 0,238 ; 1 ; 1 ; 0,238 ; - 0,157. Dans l'exemple pratique de la figure 8, cette distribution est: - 0,17 ; 0,17 ; 1 ; 1 ; 0,17 - 0,17 permettant d'obtenir une plage de balayage de  $\pm 8^\circ$  avec un niveau maximum des lobes de réseau égal à -26 dB environ.

40 Les sous-réseaux élémentaires  $R_{01}, R_{02}, R_{03}$  appartenant au groupe I de circuits comportent chacun deux antennes élémentaires  $S_1 - S_2 ; S_3 - S_4 ; S_5 - S_6$ , qui sont connectées à travers respectivement des coupleurs hybrides 25, 28 et 31 aux circuits distributeurs-additionneurs groupe II. Ceux-ci sont des coupleurs hybrides 26, 29, 32 ayant une sortie connectée respectivement au groupement élémentaire correspondant à deux entrées, connectées respectivement à des coupleurs triples 27, 30, 33. Les coupleurs triples sont respectivement connectés à un distributeur d'énergie 3 par des déphaseurs  $Ph_1, Ph_2, Ph_3$ , séparés de deux intervalles élémentaires.

45 A l'échelon du résultat obtenu, plage de balayage de  $\pm 8^\circ$  avec un niveau maximum des lobes de réseau égal à -26 dB environ, on peut comparer les circuits mis en place suivant l'invention avec ceux qu'aurait exigé le brevet américain 4 228 436 cité au titre de l'art antérieur. Avec les enseignements de ce brevet, il aurait été nécessaire d'utiliser un espacement entre sous-réseaux de  $1,25 \lambda$  soit un espacement élémentaire de  $0,4 \lambda$  au lieu de  $0,8 \lambda$  dans la réalisation de la présente demande. Le nombre des sources est ainsi divisé par plus de 2. Le nombre des déphaseurs qui peut s'exprimer par le rapport entre les distances entre sous-réseaux est diminué dans un rapport de 40 %.

50 La figure 9 représente le diagramme de rayonnement obtenu avec l'alimentation de la figure 7. On constate que la plage de balayage s'étend entre  $\pm 8^\circ$ .

55 La figure 10 représente le diagramme de rayonnement obtenu avec l'alimentation symétrique de la figure 8. La plage de balayage est étendue entre  $\pm 12^\circ$  et le maximum des lobes de réseau est de l'ordre de -26 dB.

La figure 11 représente le diagramme de rayonnement obtenu avec une alimentation conforme à l'invention pour 28 sous-réseaux de 12 antennes chacun avec groupement élémentaire de 2 antennes et intervalle  $Do$  de  $0,8 \lambda$ .

60  $F_0$  représente le lobe résultant de 28 sous-réseaux de 12 antennes chacune distante de  $0,8 \lambda$  avec un espacement entre sous-réseau de  $2 Do$  soit  $1,6 \lambda$ . Le lobe  $F_0$  est représenté pour un dépointage de  $12^\circ$  avec un lobe de réseau  $F - 1$  et  $F + 1$  inférieur à 26 dB. La plage de balayage admissible avec une perte de 3 dB sur le lobe principal  $F_0$  est de l'ordre de  $\pm 15^\circ$ .

65 Le diagramme  $G_0$  représente le diagramme de chaque sous-réseau de 12 antennes élémentaires.

## Revendications

1. Dispositif d'alimentation d'une antenne réseau à faisceau de balayage, le nombre de déphaseurs ( $Ph$ ) de cette antenne réseau étant inférieur à son nombre d'antennes élémentaires ( $S_i$ ), et ces antennes élémentaires, espacées d'un intervalle élémentaire ( $D_o$ ), étant réparties en plusieurs sous-réseaux ( $R$ ) se recoupant, lesdits sous-réseaux étant eux-mêmes divisés en groupements élémentaires d'antennes élémentaires adjacentes, dispositif comportant un distributeur d'énergie (3) alimentant lesdits déphaseurs ( $Ph$ ), un ensemble de circuits distributeurs diviseurs ( $F$ ) munis chacun d'une entrée connectée respectivement à la sortie de l'un de dits déphaseurs, et de  $M$  sorties, et aptes à assurer chacun une distribution sur ses  $M$  sorties de l'énergie reçue sur son entrée, et un ensemble de circuits ( $R_o$ ) réalisant l'alimentation desdits groupements élémentaires, munis chacun de  $N$  entrées et de  $N$  sorties, et aptes à assurer chacun une distribution sur ses sorties, reliées aux différentes antennes élémentaires d'un groupement élémentaire, de sommes pondérées des signaux reçus sur ses entrées, dispositif caractérisé en ce que chaque groupement élémentaire regroupe  $N$  antennes élémentaires, avec  $M > N$ , et en ce que ce dispositif comporte en outre un ensemble de circuits distributeurs-additionneurs ( $C$ ) munis chacun de  $M$  entrées et de  $N$  sorties, l'ensemble des entrées de ces circuits distributeurs-additionneurs étant connecté, selon une loi périodique, à l'ensemble des sorties desdits circuits distributeurs-diviseurs, les  $N$  sorties de chaque circuit distributeur-additionneur étant connectées aux  $N$  entrées dudit circuit réalisant l'alimentation d'un groupement élémentaire, et chaque circuit distributeur-additionneur étant apte à assurer une distribution sur ses  $N$  sorties, de sommes pondérées des énergies reçues sur ses  $M$  entrées, en ce que l'espacement entre deux sous-réseaux ( $R$ ) se recoupant est égal à  $N$  intervalles élémentaires ( $D_o$ ) et en ce que chaque sous-réseau ( $R$ ) comporte un nombre égal à  $M.N$  d'antennes élémentaires ( $S_i$ ).

2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les groupements élémentaires ( $R_o$ ) regroupent de deux à cinq antennes élémentaires ( $S_i$ ).

3. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un groupement élémentaire ( $R_o$ ) comporte deux antennes élémentaires ( $S_1 - S_2$ ) alimentées à travers un circuit hybride (4) par deux circuits (5 - 6) de poids définis respectifs ( $A_1, B_1$ ), connectés aux sorties des déphaseurs ( $Ph$ ) par l'intermédiaire d'un circuit hybride (7).

4. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les circuits réalisant l'alimentation des groupements élémentaires ( $R_o$ ) les circuits distributeurs-additionneurs ( $C$ ) et les circuits distributeurs-diviseurs ( $F$ ) sont des circuits hybrides (8. 9. 10 - 7. 17. 18 - 11. 12).

5. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'un groupement élémentaire ( $R_o$ ) regroupe deux antennes élémentaires ( $S_1 - S_2$ ) connectées, par un diviseur hybride (24), à un circuit distributeur additionneur ( $C$ ) comprenant six entrées distinctes [ $E_1, E_2, E_3, E_4, E_5, E_6$ ] disposées symétriquement, trois diviseurs hybrides (21 - 22 - 23) dont les entrées symétriques, [ $E_{1g}, E_{2g}, E_{3g}$  et  $E_{1d}, E_{2d}, E_{3d}$ ] sont respectivement connectées aux entrées [ $E_1, E_2, E_3$ , et  $E_4, E_5, E_6$ ] et les couples de sorties sont respectivement connectés aux deux entrées du diviseur hybride (24) à travers des circuits (19, 20) de poids déterminés ( $A_1, A_2, A_3 - B_1, B_2, B_3$ ).

6. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les circuits réalisant l'alimentation des groupements élémentaires ( $R_o$ ) sont des diviseurs hybrides (25, 28, 31), les circuits distributeurs-additionneurs ( $C$ ) sont des diviseurs hybrides (26, 29, 32) et les circuits distributeurs diviseurs ( $F$ ) sont des coupleurs triples (27, 30, 33), chacun des coupleurs étant connecté à un déphaseur ( $Ph_1, Ph_2, Ph_3$ ).

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Speisung einer Schwenkbündel-Gruppenantenne, wobei die Anzahl der Phasenschieber ( $Ph$ ) dieser Antenne kleiner als ihre Anzahl von Elementarantennen ( $S_i$ ) ist und wobei diese Elementarantennen, die durch ein Elementarintervall ( $D_o$ ) beabstandet sind, in mehreren, sich überschneidenden Untergruppen ( $R$ ) verteilt sind, die genannten Untergruppen ihrerseits in Elementargruppierungen angrenzender Elementarantennen unterteilt sind, wobei die Vorrichtung einen Energieverteiler (3), der die genannten Phasenschieber ( $Ph$ ) speist, eine Menge von Teiler-Verteilerkreisen ( $F$ ), wovon jeder mit einem an den Ausgang eines der genannten Phasenschieber jeweils angeschlossenen Eingang und mit  $M$  Ausgängen versehen ist und wovon jeder an seinen  $M$  Ausgängen eine Verteilung der an seinem Eingang empfangenen Energie gewährleisten kann, sowie eine Menge von Schaltungen ( $R_o$ ) umfaßt, die die Speisung der genannten Elementargruppierungen ausführen und wovon jede mit  $N$  Eingängen und mit  $N$  Ausgängen versehen ist und an ihren Ausgängen, welche mit den verschiedenen Elementarantennen einer Elementargruppierung verbunden sind, eine Verteilung der gewichteten Summen der an ihren Eingängen empfangenen Signale gewährleisten kann, dadurch gekennzeichnet, daß jede Elementargruppierung  $N$  Elementarantennen zusammenfaßt, mit  $M > N$ , und daß diese Vorrichtung ferner eine Menge von Addier-Verteilerkreisen ( $C$ ) umfaßt, wovon jede mit  $M$  Eingängen und  $N$  Ausgängen versehen ist, wobei die Gesamtheit der Eingänge dieser Addier-Verteilerkreise nach einem periodischen Gesetz mit der Gesamtheit der Ausgänge der genannten Teiler-Verteilerkreise verbunden ist und die  $N$  Ausgänge jedes Addier-Verteilerkreises mit den  $N$  Eingängen des genannten Kreises zur Speisung einer Elementargruppierung verbunden sind, und wobei jeder



Addier-Verteilerkreis an seinen N Ausgängen eine Verteilung der gewichteten Summen der an seinen M Eingängen empfangenen Energien gewährleisten kann, daß der Abstand zwischen zwei sich überschneidenden Untergruppen (R) gleich N Elementarintervallen ( $D_0$ ) ist, und daß jede Untergruppe (R) eine Anzahl Elementarantennen ( $S_i$ ) umfaßt, die gleich M.N ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Elementargruppierungen ( $R_0$ ) zwei bis fünf Elementarantennen ( $S_i$ ) zusammenfassen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Elementargruppierung ( $R_0$ ) zwei Elementarantennen ( $S_1 - S_2$ ) umfaßt, die über eine Hybridschaltung (4) durch je eine von zwei Schaltungen (5 - 6) mit bestimmter Wichtung ( $A_1, B_1$ ) gespeist werden, die mit den Ausgängen der Phasenschieber (Ph) über eine Hybridschaltung (7) verbunden sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Speisung der Elementargruppierungen ( $R_0$ ) ausführenden Schaltungen, die Addier-Verteilerkreise (C) und die Teiler-Verteilerkreise (F) Hybridschaltungen (8. 9. 10 - 7. 17. 18 - 11. 12) sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Elementargruppierung ( $R_0$ ) zwei Elementarantennen ( $S_1 - S_2$ ) zusammenfaßt, die über einen Hybridteiler (24) mit einem Addier-Verteilerkreis (C) verbunden sind, der sechs verschiedene, symmetrisch angeordnete Eingänge [ $E_1^1 E_1^2 E_1^3, E_2^1 E_2^2 E_2^3$ ], drei Hybridteiler (21 - 22 - 23), deren symmetrische Eingänge [ $E_{1g}, E_{2g}, E_{3g}$  und  $E_{1d}, E_{2d}, E_{3d}$ ] mit den jeweiligen Eingängen [ $E_1^1 E_1^2 E_1^3$  und  $E_2^1 E_2^2 E_2^3$ ] verbunden sind und deren Ausgangspaare jeweils mit den beiden Eingängen des Hybridteilers (24) über Schaltungen (19, 20) bestimmter Wichtung ( $A_1, A_2, A_3 - B_1, B_2, B_3$ ) verbunden sind.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die die Speisung der Elementargruppierungen ( $R_0$ ) ausführenden Schaltungen Hybridteiler (25, 28, 31) sind, die Addier-Verteilerkreise (C) Hybridteiler (26, 29, 32) sind und die Teiler-Verteilerkreise (F) Dreifachkoppler (27, 30, 33) sind, wobei jeder der Koppler mit einem Phasenschieber ( $Ph_1, Ph_2, Ph_3$ ) verbunden ist.

## Claims

1. A device for feeding an antenna with a sweep beam network, the number of phase converters (Ph) of this antenna with the network being less than the number of elementary antennas ( $S_i$ ) thereof, and such elementary antennas, which are spaced by an elementary interval ( $D_0$ ), being distributed in several intersecting subnetworks (R), the said networks being themselves divided into elementary groups of adjacent elementary antennas, said device comprising a energy distributor (3) feeding the said phase converters (Ph), an array of dividing and distributing circuits (F) each provided with an input respectively connected with one of the said phase converters, and with M outputs, and each being adapted to provide for distribution among M outputs of the energy received at the input thereof, and an array of circuits ( $R_0$ ) feeding the said elementary groups, each provided with N inputs and N outputs, and each adapted to ensure a distribution among its outputs, connected with the different elementary antennas of an elementary group, of weighted sums of the signals received at its inputs, said device being characterized in that each elementary group forms a group of N elementary antennas such that  $M > N$ , and in that the device furthermore comprises an array of distributing and adding circuits (C) each provided with M inputs and N outputs, the array of the inputs of these distributing and adding circuits being connected, following a periodic rule, with the array of outputs of the said distributing and dividing circuits, the N outputs of each distributing and adding circuit being connected with the N inputs of the said circuit feeding an elementary group, and each distributing and adding circuit being adapted to ensure distribution among its N outputs of weighted sums of the amounts of energy received at its M inputs, and in that the spacing between two confirmatory subnetworks (R) is equal to N elementary intervals ( $D_0$ ) and in that each subnetwork (R) comprises a number equal to M.N elementary antennas ( $S_i$ ).

2. The device as claimed in claim 1 characterized in that the elementary groups ( $R_0$ ) define groups of two to five elementary antennas ( $S_i$ ).

3. The device as claimed in claim 1, characterized in that an elementary group ( $R_0$ ) comprises two elementary antennas ( $S_1 - S_2$ ) fed through a hybrid circuit (4) by two circuits (5 - 6) with respective defined weights ( $A_1, B_1$ ), connected to the outputs of the phase converters (Ph) by the intermediary of a hybrid circuit (7).

4. The device as claimed in claim 1, characterized in that the circuits feeding the elementary groups ( $R_0$ ) of the distributing and adding circuits (C) and the distributing and dividing circuits (F) are hybrid circuits (8. 9. 10 - 7. 17. 18 - 11. 12).

5. The device as claimed in claim 1, characterized in that an elementary group ( $R_0$ ) defines a group of elementary antennas ( $S_1 - S_2$ ) connected, by a hybrid divider (24), with a distributing and adding circuit ( $C_1$ ) comprising six distinct inputs [ $E_1^1 E_1^2 E_1^3, E_2^1 E_2^2 E_2^3$ ] placed symmetrically, three hybrid dividers (21 - 22 - 23), whose symmetrical inputs [ $E_{1g}, E_{2g}, E_{3g}$  and  $E_{1d}, E_{2d}, E_{3d}$ ] are respectively connected with the inputs [ $E_1^1 E_1^2 E_1^3, E_2^1 E_2^2 E_2^3$ ] and the pairs of outputs are respectively connected with the two inputs of the hybrid divider (24) via circuits (19 and 20) of determined weight ( $A_1, A_2, A_3 - B_1, B_2, B_3$ ).

6. The device as claimed in claim 1, characterized in that the circuits feeding the elementary groups ( $R_0$ ) are hybrid dividers (25, 28 and 31), the distributing and adding circuits (C) are hybrid dividers (26, 29 and 32) and the distributing and dividing circuits (F) are triple couplers (27, 30 and 33), each of the couplers being connected to a phase converter ( $Ph_1, Ph_2, Ph_3$ ).

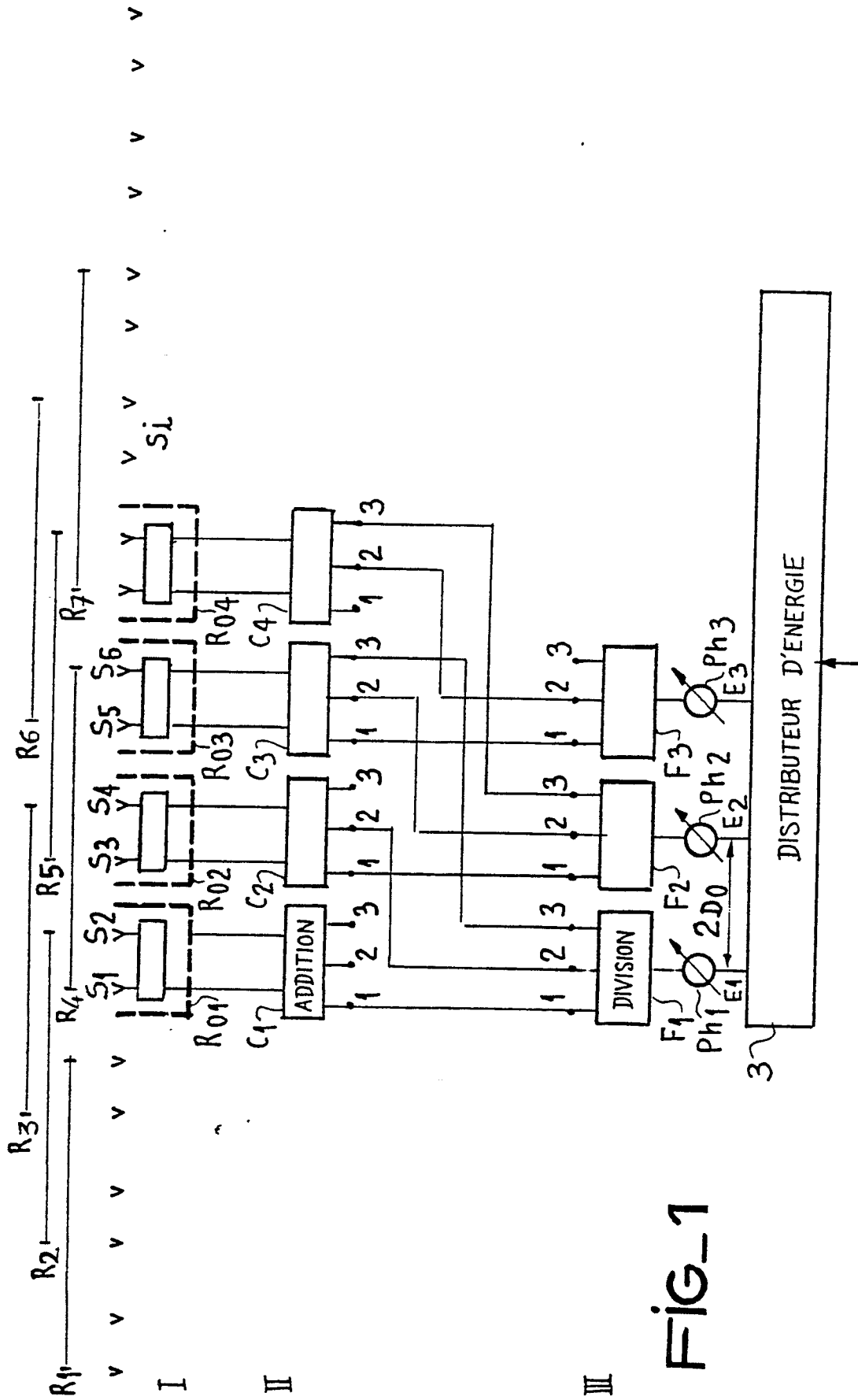
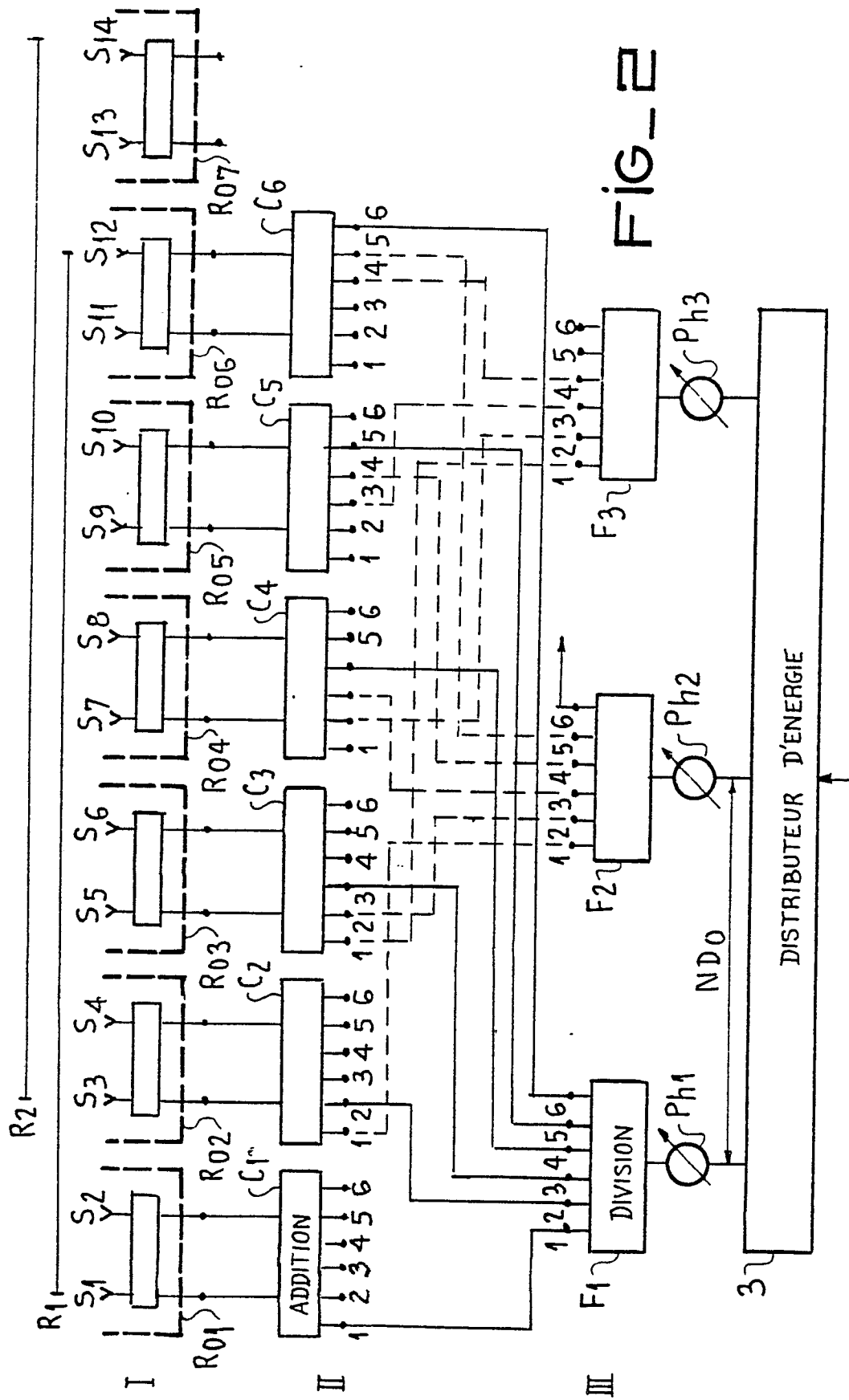


FIG-1



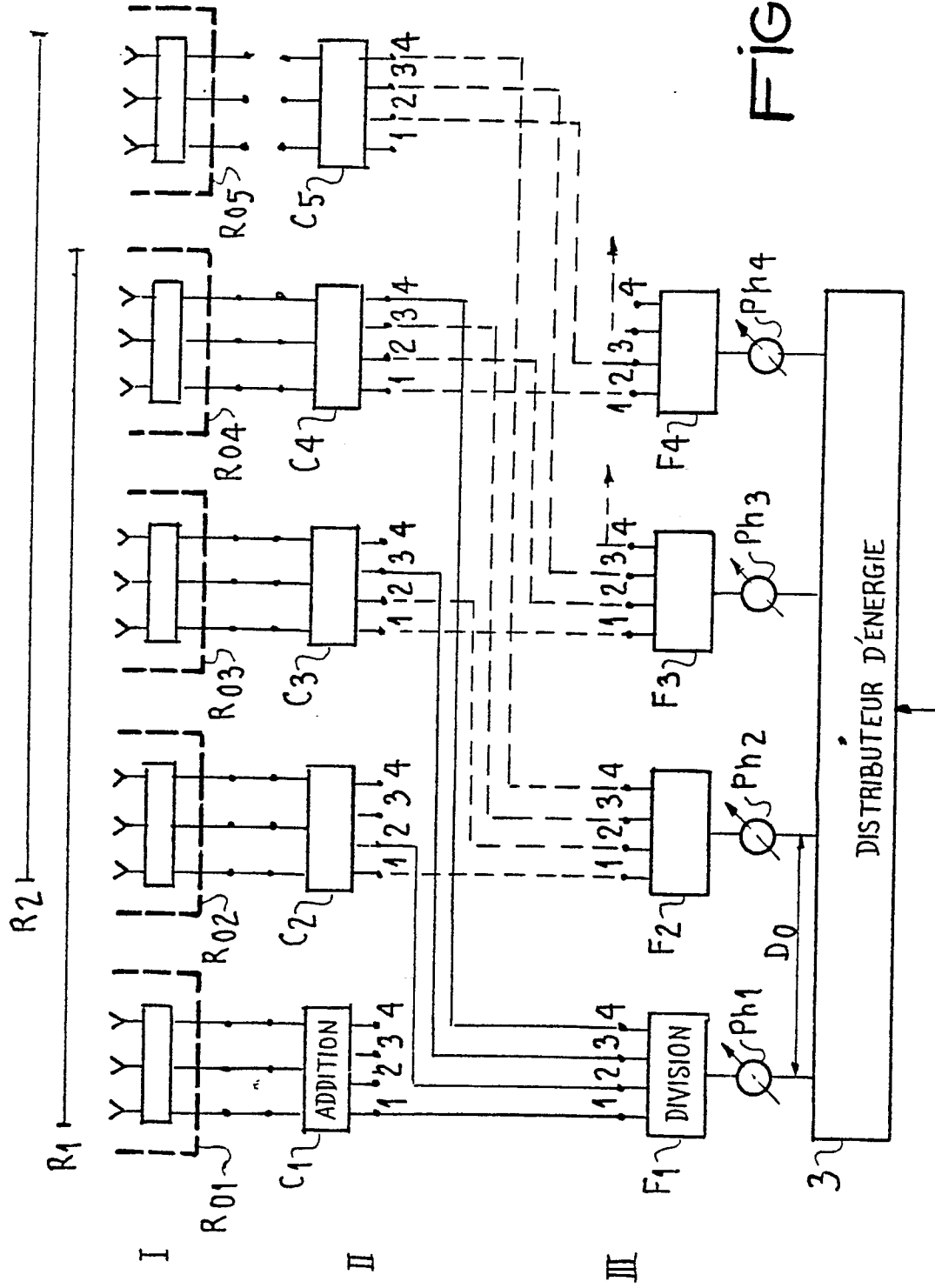
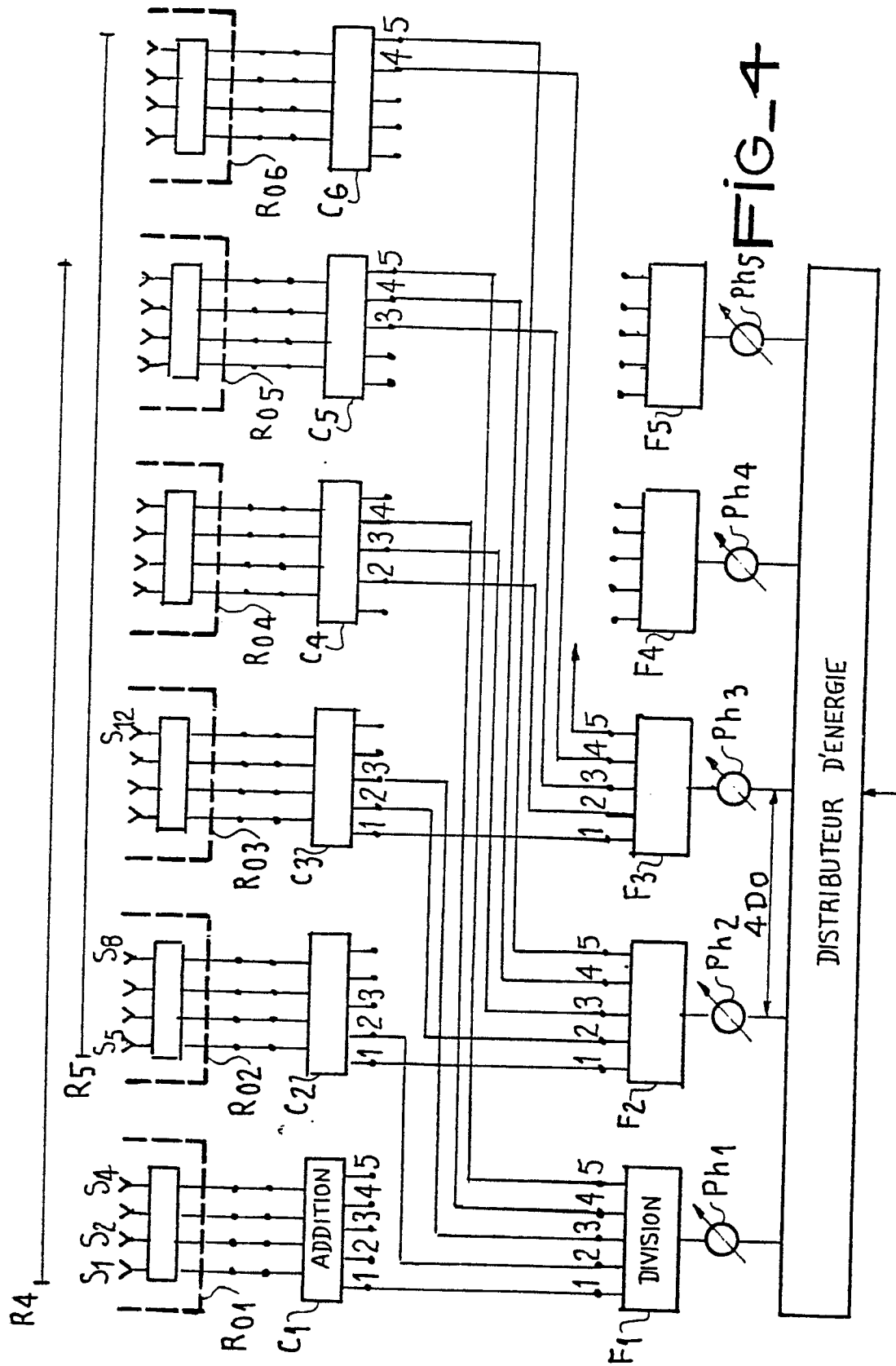
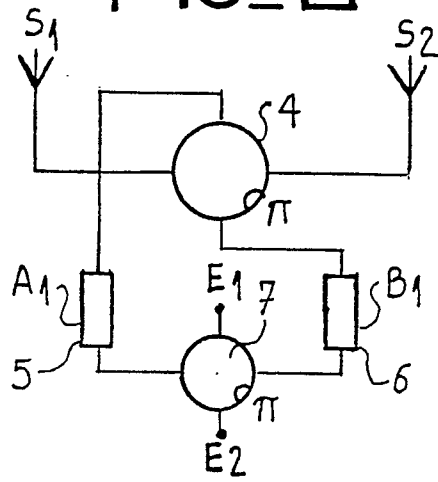


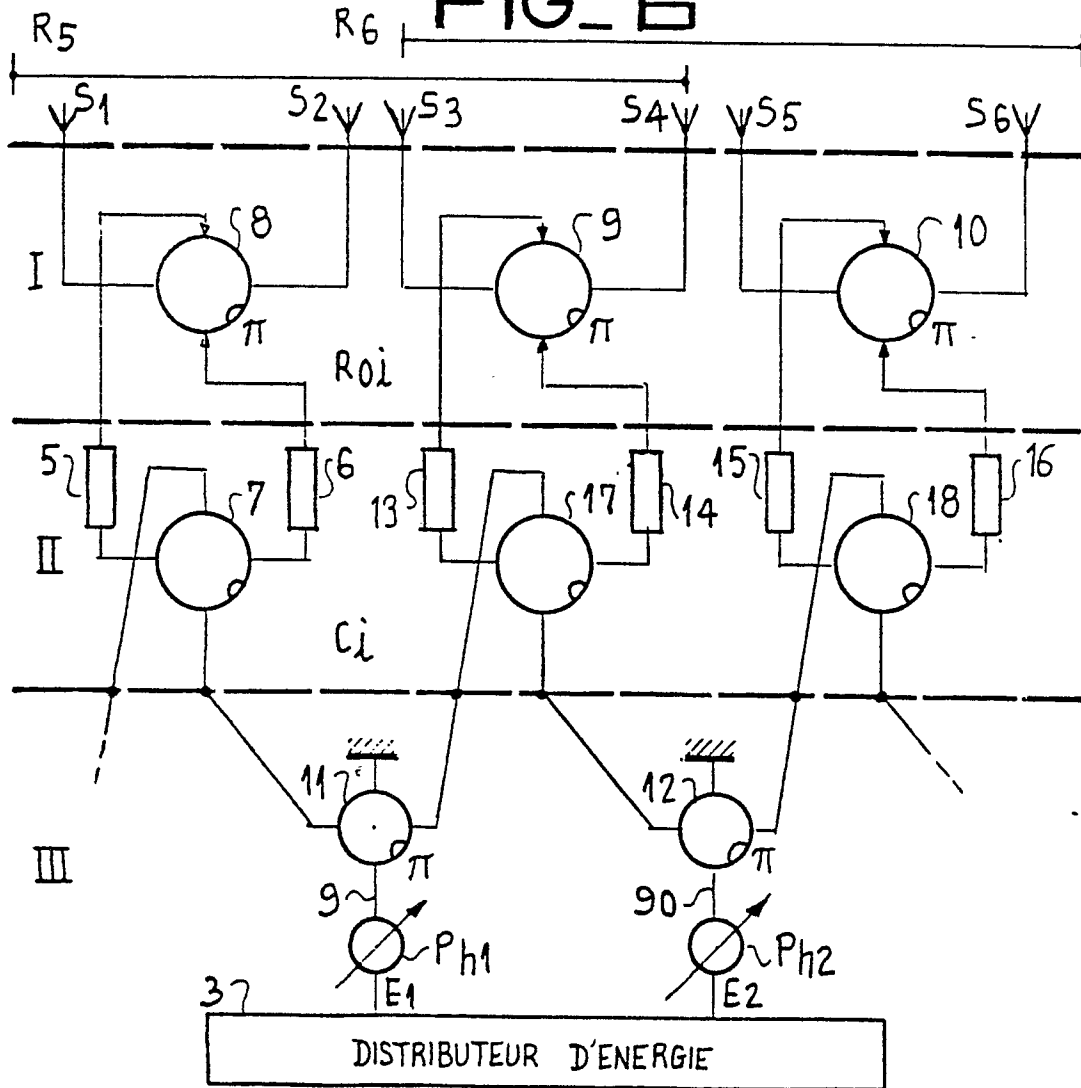
FIG. 3



FIG\_5



FIG\_6



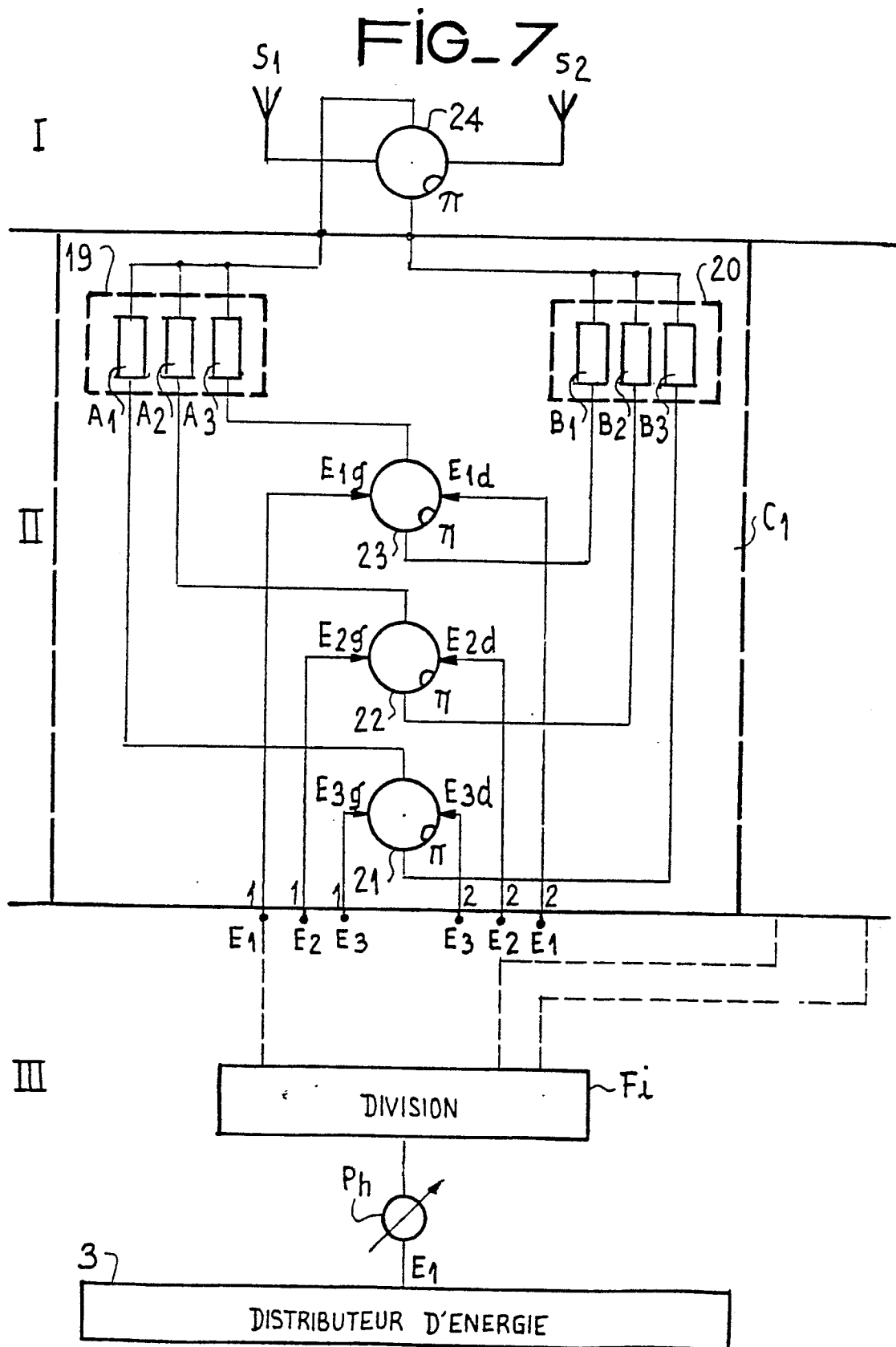
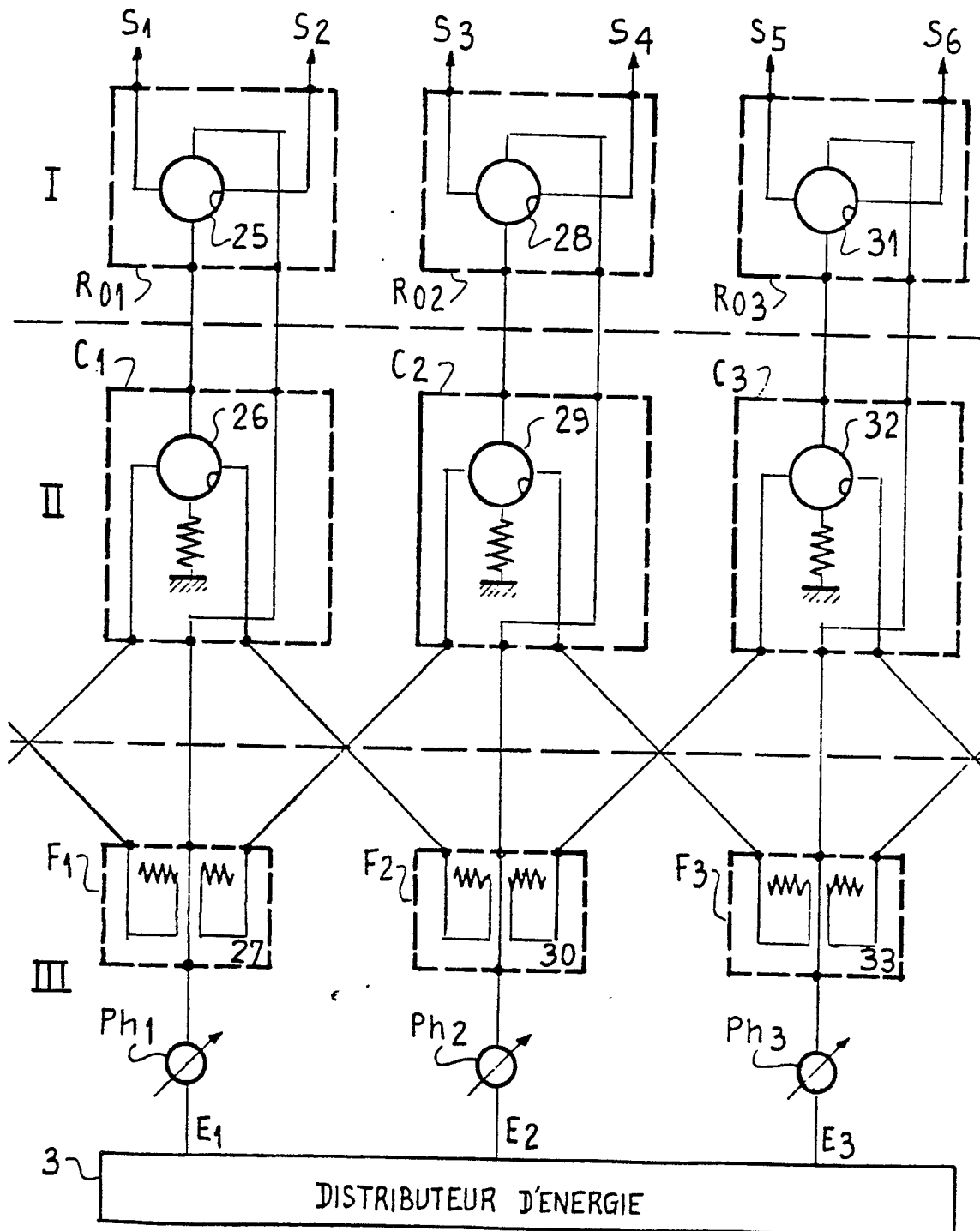
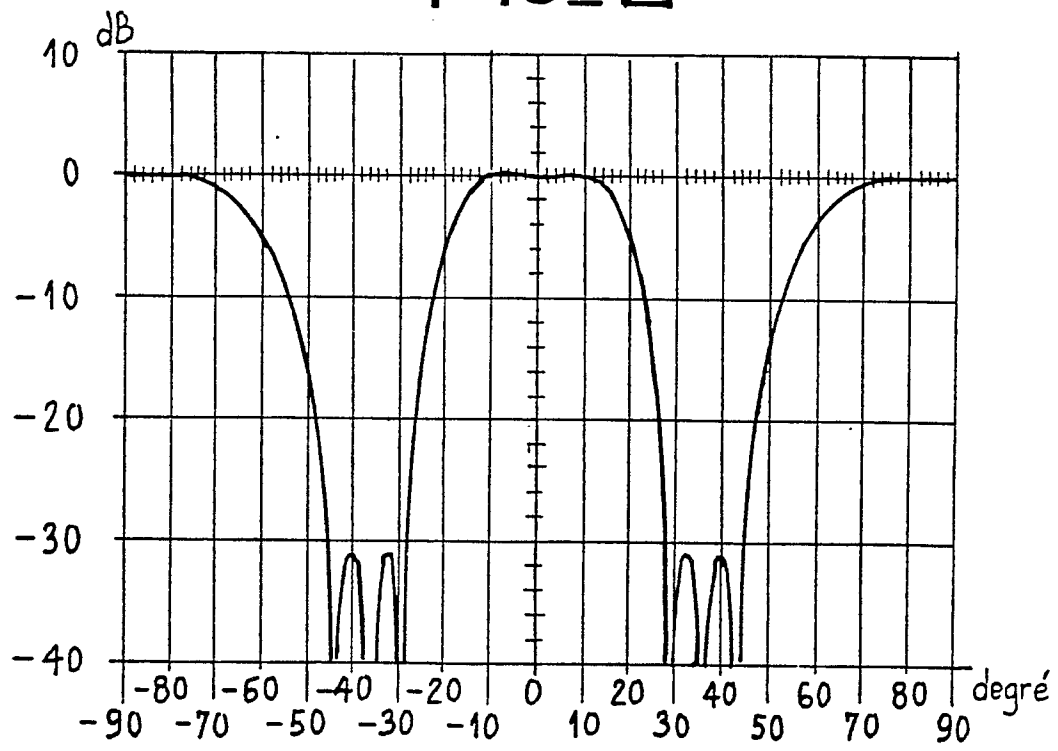


FIG. 8

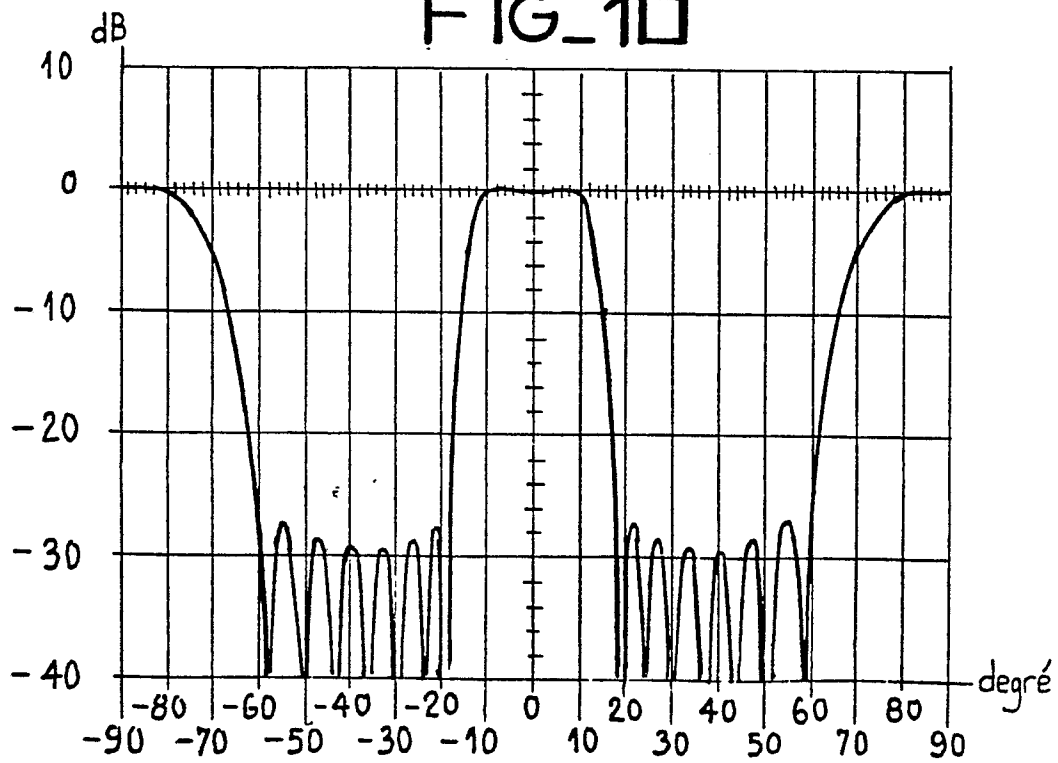




FIG\_9



FIG\_10



FIG\_11

