



(11) **EP 1 291 974 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:  
**05.12.2012 Bulletin 2012/49**

(51) Int Cl.:  
**H01Q 21/12** <sup>(2006.01)</sup> **H01Q 1/24** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01Q 1/32** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Numéro de dépôt: **02292218.1**

(22) Date de dépôt: **10.09.2002**

(54) **Système antenne à rendement élevé et à forte puissance**

Effizientes Hochleistungsantennensystem

High efficient and high power antenna system

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(30) Priorité: **11.09.2001 FR 0111738**

(43) Date de publication de la demande:  
**12.03.2003 Bulletin 2003/11**

(73) Titulaire: **Thales  
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:  
• **Ngo Bui Hung, Frédéric,  
Thales IP  
94117 Arcueil Cedex (FR)**  
• **Francis, Michel,  
Thales IP  
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(74) Mandataire: **Dudouit, Isabelle  
Marks & Clerk France  
Conseils en Propriété Industrielle  
Immeuble " Visium "  
22, avenue Aristide Briand  
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(56) Documents cités:  
**EP-A- 0 591 835 DE-A- 19 955 950  
FR-A- 2 785 094 US-A- 4 176 356  
US-A- 6 005 514**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2000, no.  
23, 10 février 2001 (2001-02-10) & JP 2001 160157  
A (TOSHIBA CORP), 12 juin 2001 (2001-06-12)**

**EP 1 291 974 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** La présente invention concerne un système antenneur comportant plusieurs éléments ou structures rayonnantes disposées en parallèle les unes des autres, chaque structure étant en liaison avec un dispositif d'alimentation et d'adaptation d'impédance.

**[0002]** Elle s'applique par exemple pour les systèmes de radiocommunication utilisant la gamme de fréquences comprises entre 1.5 et 30 MHz.

**[0003]** Elle concerne aussi un système antenneur de faibles dimensions fonctionnant en particulier dans la bande HF (haute fréquence ou en termes anglo-saxon High frequency) couvrant les fréquences de 1.5 à 30 MHz, et destiné à être installé par exemple sur des véhicules terrestres pour assurer des liaisons radio par réflexion ionosphérique de type NVIS (abréviation de Near Vertical Incidence Skywave).

**[0004]** Elle fonctionne avec les systèmes de radiocommunication à évocation de fréquence (Hopping Frequency en termes anglo-saxon).

**[0005]** Les systèmes de radiocommunication utilisant la gamme de fréquences HF couvrant les fréquences de 1.5 à 30 MHz et destinés à être installés sur des véhicules font habituellement appel à des systèmes antenneurs composés essentiellement d'une structure rayonnante, d'un dispositif d'alimentation de la structure rayonnante et d'un dispositif d'adaptation d'impédance, habituellement désigné ATU (Antenna Tuning Unit). L'expression « élément rayonnant » ou « structure rayonnante » désigne un même élément.

**[0006]** Un exemple type d'un tel système antenneur est donné à la figure 1. La structure rayonnante 1, de type monopole, est constituée dans cet exemple par un fouet vertical fixé par une de ses extrémités 7 sur un véhicule 2 par l'intermédiaire d'une embase de traversé E, assurant aussi un rôle de dispositif d'alimentation 6 en reliant l'extrémité 7 du fouet 1 au dispositif d'alimentation et d'adaptation d'impédance 3. Le fouet est ainsi connecté à un poste émetteur/récepteur 5 par l'intermédiaire de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance 3 comprenant un dispositif d'adaptation d'impédance 4.

**[0007]** Ce dispositif 4 d'adaptation d'impédance présente une structure connue décrite à la figure 2 et comprenant par exemple :

- Un ensemble d'éléments capacitifs 41 et un ensemble d'éléments inductifs 42 qui peuvent être connectés entre eux et ajustés en valeurs par l'intermédiaire de commutateurs 43 pour constituer un réseau d'adaptation d'impédance de type LC. Ce réseau LC est capable de transformer l'impédance complexe de la structure rayonnante 1 afin de présenter à l'entrée du poste émetteur/récepteur 5 (E/R) une impédance fixée selon le fonctionnement souhaitée, par exemple une valeur voisine de 50 ohms, à la fréquence de travail, réalisant de ce fait l'accord du sys-

tème antenneur,

- Un processeur 44 pourvu d'un algorithme AL variant en fonction des concepteurs. Les fonctions principales de cet algorithme consistent notamment à dialoguer avec le poste émetteur-récepteur 5 afin de connaître la fréquence instantanée de travail, à assurer la commande des commutateurs 43 et à gérer, en particulier, la phase d'accord pendant laquelle l'algorithme fait varier, par exemple par itérations successives, les valeurs des éléments capacitifs et celles des éléments inductifs pour les faire converger vers les valeurs conduisant à l'accord.

**[0008]** Le synoptique de fonctionnement d'un tel système antenneur est donné à la figure 3.

**[0009]** Pour des liaisons devant être assurées sur des courtes et sur des moyennes distances (typiquement de l'ordre de 0 à 500 kms) à partir d'un système de radiocommunication installé sur un véhicule mobile, la structure rayonnante la mieux adaptée est une structure rayonnante de type boucle. Des exemples de telles structures sont décrits par exemple dans les brevets US 4 893 131, FR 2 553 586 et FR 2 785 094. Les figures 4 et 5 schématisent une telle structure.

**[0010]** Un élément conducteur filiforme 1 est recourbé sur le dessus d'un véhicule 2. Cet élément est alimenté à une de ses extrémités 8 par un dispositif d'alimentation 6 composé d'un transformateur d'impédance large bande 10 et d'un câble de liaison 11 (figure 5). L'autre extrémité 7 de cet élément rayonnant est reliée à la masse par une capacité 12 variable de préaccord afin de générer la surface rayonnante S de la structure antenneur de type boucle. La puissance radio fréquence fournie par le poste émetteur/récepteur 5 est transmise au dispositif d'alimentation 6 à travers un dispositif d'adaptation d'impédance qui est, dans cet exemple de réalisation, intégré avec la capacité variable 12 de préaccord dans un même boîtier 13. Cette intégration permet de commander la capacité variable au moyen de l'algorithme AL.

**[0011]** D'autres configurations d'ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance peuvent être utilisées.

**[0012]** Les systèmes antenneurs selon l'art antérieur, bien qu'efficaces, présentent toutefois des limitations dans leur fonctionnement.

**[0013]** Par exemple, leur utilisation sur des véhicules, en particulier sur des véhicules en mouvement, impose de limiter ou de restreindre les dimensions des structures rayonnantes. Ceci a notamment pour conséquence :

- de réduire fortement le rendement des systèmes antenneurs, parfois de manière importante,
- de générer des tensions élevées et de forts courants dans tous les éléments constitutifs du système antenneur. Cet aspect limite la puissance admissible de ces systèmes antenneurs pour véhicule aux alentours d'une centaine de Watts et nécessite de séparer le dispositif d'alimentation 6 de la capacité de préaccord ce qui représente un inconvénient pour

l'intégration de l'antenne sur son véhicule porteur.

- n'étant pas capables de supporter des puissances RF (Radio fréquence) élevées, en particulier celles des postes émetteurs/récepteurs utilisés sur des véhicules pouvant délivrer plusieurs centaines de Watts voire le kilowatt, ils ne peuvent pas faire fonctionner les éléments réactifs tels que les éléments capacitifs 41, 12 ou inductifs 42, à des taux de charge très élevés au détriment de la fiabilité et ne sont pas adaptés pour mettre en oeuvre des composants de commutation 43 de forte puissance dont le temps de commutation est trop lent pour suivre tous les rythmes d'évasion de fréquence offerts par les émetteurs/récepteurs.

**[0014]** Le brevet DE 19955950 divulgue un système antenne de type dipôle permettant d'obtenir un rayonnement dans un angle variant de 70 à 90 °.

**[0015]** Le brevet US 4 176 356 décrit un système antenne directionnel qui couple de manière sélective deux éléments antennaires à un émetteur. Le système comporte un dispositif de mise en concordance « matching » qui permet la génération d'un décalage de phase de 90° entre les deux antennes afin de produire des diagrammes de rayonnement directifs et dirigés dans des directions sensiblement opposés.

**[0016]** L'invention concerne un système antenne comprenant un émetteur-récepteur relié à un diviseur de puissance de rapport N+1 égal au nombre des (N+1) structures rayonnantes dudit émetteur-récepteur, lesdites structures rayonnantes étant sensiblement identiques avec N supérieur à 1, lesdites (N+1) structures sont disposées parallèlement les unes aux autres, chaque structure rayonnante est reliée à un dispositif d'alimentation et d'adaptation d'impédance pour former un ensemble R: caractérisé en ce que :

- lesdites N+1 ensembles  $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n, R_{n+1}$  comportent chacun au moins une structure rayonnante associée à un dispositif d'alimentation et d'adaptation d'impédance respectivement, chaque ensemble  $R_i$  est en liaison avec le diviseur de puissance au moyen d'un câble,
- les N+1 structures rayonnantes sont implantées en parallèle, une de ces structures jouant le rôle de maître et les N autres structures un rôle d'esclave,
- un dispositif Z ( $Z_{\text{mètre}}$ ) de mesure de l'impédance en sortie de la structure rayonnante désignée comme maître,
- pour la structure maître, un processeur équipé d'une logique de commande  $C_m$  ayant notamment pour fonction de réaliser l'accord d'une façon active durant la phase d'accord, ladite logique de commande  $C_m$  permet notamment de gérer la phase d'accord du système antenne en déterminant et en faisant varier, les valeurs des éléments variables de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation, tels que les éléments capacitifs, les éléments inductifs, la capa-

cité variable pour les faire converger vers les valeurs qui donnent l'accord,

- pour chacun des N structures rayonnantes ayant un rôle d'esclave dans une configuration de fonctionnement donné du système antenne, un processeur équipé d'une logique de commande  $C_s$  ayant notamment pour fonction de recopier à tout moment et donc pendant toute la phase d'accord, l'état de l'équipement maître, notamment les paramètres d'accord, tels que les valeurs des éléments variables vers respectivement les éléments variables des ensembles d'alimentation et d'adaptation dits « esclaves »,
- les dispositifs d'alimentation sont choisis pour fournir des fréquences Radio Fréquence sensiblement égales en phase à la majorité ou la totalité des (N+1) structures rayonnantes.

**[0017]** Le système est par exemple utilisé dans la gamme de fréquences comprises entre 1.5 et 30 MHz.

L'invention concerne aussi un procédé pour accorder un système antenne composé d'un émetteur-récepteur comportant (N+1) structures rayonnantes sensiblement identiques, avec N supérieur à 1, comportant au moins une étape où chacune des structures rayonnantes disposées en parallèle les unes aux autres sont alimentées et adaptées en impédance pour une valeur de fréquence de fonctionnement donnée caractérisé en ce qu'il comporte au moins les étapes suivantes :

- associer à une structure rayonnante une fonction de maître, et aux autres N structures rayonnantes une fonction « d'esclave »,
- transmettre les paramètres d'accord de la structure rayonnante maître vers les structures rayonnantes esclaves,
- faire varier au moins une des valeurs d'au moins un des paramètres pour les faire converger et obtenir l'accord.

et en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- b) initialiser les paramètres d'accord pour la structure rayonnante « maître »,
- c) transmettre les paramètres d'accord aux autres structures rayonnantes esclaves,
- d) déterminer la valeur d'impédance  $Z_{\text{mesurée}}$  en sortie de la structure rayonnante « maître » et comparer ladite valeur à une valeur spécifiée  $Z_{\text{fixée}}$ ,
- e) tant que ladite valeur déterminée est différente de la valeur spécifiée déterminer les valeurs des paramètres permettant l'accord pour la structure rayonnante maître,
- f) faire varier au moins un des paramètres d'accord de la structure rayonnante maître, et répéter les étapes e à d.

**[0018]** Le système antenne selon l'invention pré-

sente notamment les avantages suivants :

- Il assure un débit de données numériques (en bits/secondes) de plus en plus élevé en radiocommunication dans la bande HF (High Frequency),
- Il peut supporter des puissances radiofréquence des postes émetteurs-récepteurs, pouvant aller de plusieurs centaines de watts voire le kilowatt,
- Il augmente le rendement en accroissant la résistance de rayonnement du système rayonnant, tout en restant dans un encombrement compatible avec un véhicule terrestre,
- Il limite les tensions et les courants développés dans les éléments réactifs et permet de ce fait le regroupement sur une seule extrémité de la capacité de préaccord et du dispositif d'alimentation même pour une forte puissance émise,
- Il autorise l'utilisation de composants de commutation de faible puissance et en conséquence est donc rapide et fiable contrairement aux systèmes de l'art antérieur qui doivent faire fonctionner les éléments réactifs, capacitifs ou inductifs à des taux de charge très élevés au détriment de la fiabilité et doivent mettre en oeuvre des composants de commutation de forte puissance dont le temps de commutation est trop lent pour suivre tous les rythmes d'évasion de fréquences offerts par les émetteurs-récepteurs.

**[0019]** D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description qui suit donnée à titre illustratif et nullement limitatif en regard des figures annexées qui représentent :

- Les figures 1, 2 et 3 un système antenne HF selon l'art antérieur, le détail d'une ATU et le synoptique du système,
- Les figures 4 et 5 un exemple de système d'antenne de type boucle,
- La figure 6 un synoptique du système antenne selon l'invention et la figure 7 un organigramme détaillant les étapes principales du procédé,
- Les figures 8 et 9 un exemple partiel d'installation du système antenne sur un véhicule et un détail de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance,
- Les figures 10 et 11 une autre variante partielle de réalisation à base de monopoles,
- La figure 12 un exemple partiel de système antenne pour installation sur un mât-support.

**[0020]** La description qui suit est donnée à titre d'exemple non limitatif pour un système antenne destiné à être utilisé dans la gamme de fréquences HF allant de 1.5 à 30 MHz et installé sur un véhicule.

En se référant au synoptique de la figure 6, le système antenne selon l'invention comprend :

- Un émetteur-récepteur 5 relié à un diviseur de puis-

sance 9 de rapport  $N+1$  égal au nombre d'éléments rayonnants utilisés,

- $N+1$  ensembles  $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_N, R_{N+1}$  comportant chacun au moins un élément rayonnant  $1_1, 1_2, \dots, 1_i, \dots, 1_N, 1_{N+1}$  associé à un ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance respectivement  $3_1, 3_2, 3_i, \dots, 3_N, 3_{N+1}$ , chaque ensemble  $R_i$  est en liaison avec le diviseur de puissance 9 au moyen d'un câble  $90_1, 90_2, \dots, 90_i, \dots, 90_N, 90_{N+1}$ ,
- Les  $N+1$  éléments rayonnants  $1_i$  sont implantés en parallèle, un de ces éléments jouant le rôle de maître et les  $N$  autres éléments un rôle d'esclave, (sur la figure 6, c'est l'élément  $1_1$  qui joue ce rôle),
- Un dispositif  $Z$  (Zmètre) de mesure de l'impédance en sortie de l'élément rayonnant  $1_1$  désigné comme maître,
- Pour l'élément maître, un processeur 15 équipé d'une logique de commande  $C_m$  ayant notamment pour fonction de réaliser l'accord d'une façon active durant la phase d'accord. La logique de commande  $C_m$  permet notamment de gérer la phase d'accord du système antenne en faisant varier, les valeurs des éléments variables de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation, tels que les éléments capacitifs 41, les éléments inductifs 42, la capacité variable 12 pour les faire converger vers les valeurs qui donnent l'accord,
- Pour chacun des  $N$  éléments rayonnants ayant un rôle d'esclave dans une configuration de fonctionnement donné du système antenne, un processeur 15 équipé d'une logique de commande  $C_s$  ayant notamment pour fonction de recopier à tout moment et donc pendant toute la phase d'accord, l'état de l'équipement maître, notamment les paramètres d'accord, tels que les valeurs des éléments variables  $41_1, 41_2, \dots$  vers respectivement les éléments variables  $41_i, 42_i, \dots$  des ensembles d'alimentation et d'adaptation dits « esclaves ».

Avantageusement, la résistance de rayonnement de l'ensemble des  $N+1$  éléments rayonnants par rapport à celle d'un seul élément rayonnant se trouve multipliée approximativement par  $N+1$  et il en est de même pour le rendement du système antenne. Les équipements d'alimentation et d'adaptation ne supportent alors qu'une  $(N+1)$ ème partie de la puissance RF totale délivrée par l'émetteur-récepteur.

Dans le cas particulier d'un système antenne fonctionnant sur une fréquence fixe unique, il est possible de fixer manuellement les valeurs des capacités et des inductances pour obtenir l'accord souhaitée et de fait les logiques de commande par processeur ne sont plus nécessaires.

- [0021]** La figure 7 représente, sous la forme d'organigramme, un exemple d'étapes mises en oeuvre au cours du procédé dans le cas particulier où le système est pourvu d'une logique de commande :

- a) désigner un des éléments rayonnants comme « maître »,
- b) initialiser les paramètres d'accord de la structure rayonnante « maître » en fonction de la fréquence de fonctionnement du système antenne,
- c) communiquer les paramètres d'accord, par exemple les valeurs des capacités et des inductances du circuit d'adaptation à tous les circuits d'adaptation des éléments rayonnants « esclaves », la logique de commande Cs permet une recopie des valeurs du maître vers les esclaves,
- d) déterminer, par exemple par mesure, la valeur d'impédance en sortie de l'élément rayonnant maître », et
- comparer la valeur mesurée  $Z_{\text{mesurée}}$  à une valeur souhaitée  $Z_{\text{fixée}}$ , cette dernière est choisie par exemple selon les conditions de fonctionnement du système antenne, de façon à obtenir l'accord souhaité,
- e) tant que  $Z_{\text{mesurée}}$  est différente ou sensiblement différente de la valeur  $Z_{\text{fixée}}$ , déterminer les valeurs des paramètres permettant l'accord pour la structure rayonnante maître,
- f) faire varier au moins une des valeurs des éléments variables pour les faire converger vers les valeurs qui donnent l'accord et répéter les étapes e) à d). La tolérance est par exemple fixée à une valeur de TOS inférieure ou égale à 1,5.

**[0022]** La variation des valeurs est réalisée par exemple de manière itérative selon des algorithmes connus de l'Homme du métier.

Les informations sont transférées de la structure rayonnante « maître » vers les structures « esclaves » par exemple en les modulant à une fréquence différente de la fréquence de travail et en utilisant les câbles 90i.

Elles peuvent aussi être transférées par tout autre moyen connu de l'Homme du métier.

**[0023]** La figure 8 représente un exemple partiel de réalisation d'un système antenne comportant deux éléments rayonnants installés sur un véhicule et connectés directement à la masse de ce dernier.

Un premier élément rayonnant filiforme  $1_1$  a une de ses extrémités  $8_1$  connectée directement à la masse du véhicule 2. L'autre extrémité  $7_1$  est connectée au travers d'une embase de traversée  $E_1$  à la borne d'entrée  $30_1$  de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance  $3_1$ . Un exemple de détail de cet ensemble est représenté à la figure 9. Il comprend par exemple une capacité variable de préaccord 20 dont une des bornes constitue la borne d'entrée  $30_1$  mise en série avec le primaire d'un transformateur large bande élévateur d'impédance 21, d'un ATU branché au secondaire du transformateur 21 et d'une logique de commande Cm qui permet à cet ensemble de fonctionner en tant que maître. Il en est de même pour le deuxième élément filiforme  $1_2$  disposé en parallèle au premier élément  $1_1$ , à une distance de l'ordre de 0.5 m afin que ces éléments rayon-

nants ne se touchent pas sous l'effet du mouvement du véhicule. De même, les extrémités  $8_2$  et  $7_2$  sont connectées respectivement à la masse du véhicule et à la borne d'entrée  $30_2$  du deuxième ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance  $3_2$ . Ce deuxième ensemble étant considéré comme esclave vis à vis du premier ensemble, il est équipé d'une logique de commande Cs, permettant, notamment, la recopie à tout instant en particulier lors de la phase d'accord, de l'état du premier ensemble ou maître.

Les informations échangées entre les différents ensembles s'effectuent au moyen de bus connu de l'Homme du métier ou encore de câble de liaison, par exemple les câbles coaxiaux  $31_1$  et  $31_2$  reliant les ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance  $3_1$  et  $3_2$  au diviseur de puissance 9. Ces deux câbles reliés à deux sorties distinctes  $90_1$  et  $90_2$  du diviseur de puissance ont la même longueur ou sensiblement la même longueur pour permettre l'arrivée des signaux en même temps sur les éléments rayonnants. Les puissances RF transmises aux éléments rayonnants  $1_1$  et  $1_2$  sont donc identiques en amplitude et en phase ou au moins le plus semblable possible.

**[0024]** Les figures 10 et 11 correspondent à une variante partielle de réalisation où les éléments rayonnants  $1_1$ ,  $1_2$  sont de type monopôle. Dans ce cas les ensembles d'alimentation et d'impédance sont directement connectés à l'ATU 4. Une seule extrémité  $7_1$ ,  $7_2$  de l'élément rayonnant est connectée au système antenne par l'intermédiaire de l'embase  $E_1$ ,  $E_2$ . La figure 11 représente un seul élément pour des soucis de simplification.

**[0025]** La figure 12 montre une variante partielle de réalisation où une antenne dipôle est installée sur un mât support M. Pour des niveaux de tension et de courant générés dans les éléments constitutifs de l'antenne identiques à ceux correspondants à une antenne dipôle équipée d'un ATU unique, cette réalisation permet de transmettre deux fois plus de puissance RF. Elle est constituée de deux structures rayonnantes de type monopôle  $1_1$  et  $1_2$  installées d'une façon sensiblement colinéaire en tête bêche au sommet du mât support et de façon horizontale. Les extrémités  $7_1$  et  $7_2$  des structures rayonnantes sont connectées respectivement aux deux ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance  $3_1$  et  $3_2$  qui fonctionnent respectivement en tant que maître et en tant qu'esclave. Les deux cordons coaxiaux  $31_1$  et  $31_2$  de même longueur électrique relient les deux ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance aux sorties d'un diviseur de puissance hybride 0-180°, 9'. Les deux sorties  $90'_1$  et  $90'_2$  sont en opposition de phase.

## Revendications

1. Système antenne comprenant un émetteur-récepteur (5) relié à un diviseur de puissance (9) de rapport N+1 égal au nombre des (N+1) structures rayonnantes dudit émetteur-récepteur, lesdites

structures rayonnantes étant sensiblement identiques avec N supérieur à 1, lesdites (N+1) structures sont disposées parallèlement les unes aux autres, chaque structure, rayonnante est reliée à un dispositif d'alimentation et d'adaptation d'impédance pour former un ensemble Ri :

- lesdits N+1 ensembles  $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n, R_{n+1}$  comportent chacun au moins une structure rayonnante ( $1_1, 1_2, \dots, 1_i, \dots, 1_n, 1_{n+1}$ ) associée à un dispositif d'alimentation et d'adaptation d'impédance respectivement ( $3_1, 3_2, 3_i, \dots, 3_n, 3_{n+1}$ ), chaque ensemble Ri est en liaison avec le diviseur de puissance 9 au moyen d'un câble ( $90_1, 90_2, \dots, 90_i, \dots, 90_n, 90_{n+1}$ ),
- les N+1 structures rayonnantes ( $1_i$ ) sont implantées en parallèle, une de ces structures jouant le rôle de maître et les N autres structures un rôle d'esclave,
- un dispositif Z (Zmètre) de mesure de l'impédance en sortie de la structure rayonnante ( $1_1$ ) désignée comme maître,
- pour la structure maître, un processeur (15) équipé d'une logique de commande Cm ayant notamment pour fonction de réaliser l'accord d'une façon active durant la phase d'accord, ladite logique de commande Cm permet notamment de gérer la phase d'accord du système antenne en déterminant et en faisant varier, les valeurs des éléments variables de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation, tels que les éléments capacitifs (41), les éléments inductifs (42), la capacité variable (12) pour les faire converger vers les valeurs qui donnent l'accord,
- pour chacun des N structures rayonnantes ayant un rôle d'esclave dans une configuration de fonctionnement donné du système antenne, un processeur (15) équipé d'une logique de commande Cs ayant notamment pour fonction de recopier à tout moment et donc pendant toute la phase d'accord, l'état de l'équipement maître, notamment les paramètres d'accord, tels que les valeurs des éléments variables ( $41_1, 41_2, \dots$ ) vers respectivement les éléments variables ( $41_i, 42_i, \dots$ ) des ensembles d'alimentation et d'adaptation dits « esclaves »,
- les dispositifs d'alimentation sont adaptés pour fournir des fréquences Radio Fréquence sensiblement égales en phase à la majorité ou la totalité des (N+1) structures rayonnantes.

## 2. Système antenne selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

- un premier ensemble ( $R_1$ ) constitué d'une structure rayonnante ( $1_1$ ), d'un ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1$ ) disposant d'une logique de commande (Cm) lui

permettant de fonctionner en maître pour gérer la phase d'accord du système antenne en faisant varier, les valeurs des éléments variables tels que les éléments capacitifs ( $41_1$ ), les éléments inductifs ( $42_1$ ), la capacité variable ( $12_1$ ) pour les faire converger vers les valeurs qui donnent l'accord.

- N ensembles supplémentaires ( $R_2, \dots, R_{n+1}$ ) sensiblement identiques premier ensemble et placés parallèlement à ce dernier, ayant une logique de commande (Cs) des ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_i, 3_i, \dots, 3_{n+1}$ ) adaptée à fonctionner en esclave en recopiant à tout moment l'état des éléments variables ( $41_1$ ), ( $42_1$ ), ( $12_1$ ) ... du maître vers respectivement les éléments variables ( $41_i$ ), ( $42_i$ ), ( $12_i$ ) ... des ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_i$ ),
- d'un diviseur de puissance (9) de 1 entrée vers N+1 sorties ( $90_1$ )...( $90_{n+1}$ ) connectées aux N+1 ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1 \dots 3_{n+1}$ ).

## 3. Système antenne selon la revendication 1 caractérisé en ce que :

- les structures rayonnantes ( $1_1$ )...( $1_{n+1}$ ) sont de type boucle réalisées à partir d'un élément conducteur filiforme dont une des extrémités ( $8_1$ )... ( $8_{n+1}$ ) est connectée à la masse et dont l'autre extrémité ( $7_1$ )... ( $7_{n+1}$ ) est reliée à l'entrée ( $30_1$ )...( $30_{n+1}$ ) d'un ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1$ )...( $3_{n+1}$ ) et **en ce que** les ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1$ )...( $3_{n+1}$ ) sont constitués d'au moins :
  - un transformateur large bande élévateur d'impédance (21),
  - une capacité variable (20) de pré accord mise en série avec le primaire du transformateur large bande élévateur d'impédance (21) et dont la borne libre constitue l'entrée ( $30_1$ )...( $30_{n+1}$ ),
  - un dispositif d'adaptation d'impédance ou ATU (4) connecté au secondaire du transformateur (21).

## 4. Système antenne selon la revendication 1 caractérisé en ce que les structures rayonnantes ( $1_1$ )... ( $1_{n+1}$ ) sont de type monopole réalisées à partir d'un élément conducteur filiforme dont une des extrémités est laissée libre et dont l'autre extrémité ( $7_1$ )... ( $7_{n+1}$ ) est reliée à l'entrée ( $30_1$ )...( $30_{n+1}$ ) d'un ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1$ )...( $3_{n+1}$ ).

## 5. Système antenne selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comporte au moins :

- un premier ensemble ( $R_1$ ) constitué d'une structure rayonnante ( $1_1$ ), d'un ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1$ ) disposant d'une logique de commande ( $C_m$ ) lui permettant de fonctionner en maître pour gérer la phase d'accord du système antenne en faisant varier, les valeurs des éléments variables tels que les éléments capacitifs ( $41_1$ ), les éléments inductifs ( $42_1$ ), la capacité variable ( $12_1$ ) pour les faire converger vers les valeurs qui donnent l'accord.
  - un ensemble supplémentaire ( $R_2$ ), identique au premier ensemble ( $R_1$ ) et placé tête bêche avec ce premier ensemble ( $R_1$ ), mais dont la logique de commande ( $C_s$ ) de l'ensemble d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_2$ ) fait fonctionner celui ci en esclave en recopiant à tout moment durant la phase d'accord l'état des éléments variables ( $41_1$ ), ( $42_1$ ), ( $12_1$ )... du maître vers respectivement les éléments variables ( $41_2$ ), ( $42_2$ ), ( $12_2$ )... de cet ensemble esclave ( $3_2$ ),
  - un diviseur de puissance hybride ( $9'$ ) à une entrée et 2 sorties ( $90'_1$ ) ( $90'_2$ ) en opposition de phase connectées aux 2 ensembles d'alimentation et d'adaptation d'impédance ( $3_1$ ) et ( $3_2$ ).
6. Système antenne selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les structures rayonnantes ( $1_1$ ) et ( $1_2$ ) sont des monopôles.
7. Utilisation du système selon l'une des revendications 1 à 6 dans la gamme de fréquences comprises entre 1.5 à 30 MHz.
8. Procédé pour accorder un système antenne composé d'un émetteur-récepteur comportant ( $N+1$ ) structures rayonnantes sensiblement identiques, avec  $N$  supérieur à 1, comportant au moins une étape où chacune des structures rayonnantes disposées en parallèle les unes aux autres sont alimentées et adaptées en impédance pour une valeur de fréquence de fonctionnement donnée **caractérisé en ce qu'il** comporte au moins les étapes suivantes :
- associer à une structure rayonnante une fonction de maître, et aux autres  $N$  structures rayonnantes une fonction « d'esclave »,
  - transmettre les paramètres d'accord de la structure rayonnante maître vers les structures rayonnantes esclaves,
  - faire varier au moins une des valeurs d'au moins un des paramètres pour les faire converger et obtenir l'accord,
- et **en ce qu'il** comporte les étapes suivantes :
- b) initialiser les paramètres d'accord pour la

structure rayonnante « maître »,  
 c) transmettre les paramètres d'accord aux autres structures rayonnantes esclaves,  
 d) déterminer la valeur d'impédance  $Z_{mesurée}$  en sortie de la structure rayonnante « maître » et comparer ladite valeur à une valeur spécifiée  $Z_{fixée}$ ,  
 e) tant que ladite valeur déterminée est différente de la valeur spécifiée déterminer les valeurs des paramètres permettant l'accord pour la structure rayonnante maître,  
 f) faire varier au moins un des paramètres d'accord de la structure rayonnante maître, et répéter les étapes e à d.

9. Procédé selon la revendication 8 **caractérisé en ce que** les paramètres sont transmis en modulant les informations à une valeur de fréquence différente de celle de fonctionnement du système.

10. Procédé selon l'une des revendications 8 à 9 **caractérisé en ce que** la gamme de fréquence de fonctionnement est choisie dans l'intervalle 1.5 à 30 MHz.

## Claims

1. An antenna system comprising a transmitter-receiver (5) connected to a power splitter (9) with a ratio  $N+1$  that is equal to the number of ( $N+1$ ) radiating structures of transmitter-receiver, said radiating structures being substantially identical with  $N$  greater than 1, said ( $N+1$ ) structures are disposed parallel to each other, each radiating structure is connected to a power supply supply impedance device to form an assembly  $R_i$ :
- said  $N+1$  assemblies  $R_1, R_2, \dots, R_i, \dots, R_n, R_{n+1}$  each comprise at least one radiating structure ( $1_1, 1_2, \dots, 1_i, \dots, 1_n, 1_{n+1}$ ) respectively with a power supply and impedance device ( $3_1, 3_2, 3_i, \dots, 3_n, 3_{n+1}$ ), each assembly  $R_i$  is connected to the power splitter 9 by means of a cable ( $90_1, 90_2, \dots, 90_i, \dots, 90_n, 90_{n+1}$ ),
  - the  $N+1$  radiating structures ( $1_i$ ) are installed in parallel, one of these structures acting as master and the  $N$  other structures acting as slaves,
  - a device  $Z$  ( $Z_{metre}$ ) for measuring the impedance at the output of the radiating structure ( $1_1$ ) that is designated as master,
  - for the master structures, a processor (15) provide with a control logic  $C_m$ , the notable function of which is to actively tune during the tuning phase, said control logic  $C_m$  notably allowing the tuning phase of the antenna system to be managed by determining and by varying the values of the variable elements of the power supply

and matching assembly, such as the capacitive elements (41), the inductive elements (42) and the variable capacity (12), in order to make them converge towards the values that result in the tuning,

- for each of the N radiating structures acting as slaves in a given operating configuration of the antenna system, a processor (15) fitted with a control logic Cs, the notable function of which is to copy at any moment, and thus during the entire tuning phase, the status of the master equipment, notably the tuning parameters, such as the values of the variable elements (41<sub>1</sub>, 41<sub>2</sub>,...), towards the variable elements (41<sub>i</sub>, 42<sub>i</sub>,...) respectively of the power supply and matching assemblies referred to as "slaves",
- the power supply devices are designed to provide Radio Frequency frequencies that are substantially equal in phase to most or all of the (N+1) radiating structures.

2. The antenna system according to claim 1, **characterised in that** it comprises at least:

- a first assembly (R<sub>1</sub>) constituted by a radiating structure (1<sub>1</sub>), a power supply and impedance matching assembly (3<sub>1</sub>) having a control logic (Cm) that allows it to operate as master so as to manage the tuning phase of the system by varying the values of the variable elements, such as the capacitive elements (41<sub>1</sub>), the inductive elements (42<sub>1</sub>) and the variable capacity (12<sub>1</sub>), so as to make them converge towards the values that result in the tuning,
- N additional assemblies (R<sub>2</sub>,..., R<sub>n+1</sub>) that are substantially identical with the first assembly and arranged in parallel with said assembly, having a control logic (Cs) for the power supply and impedance matching assemblies (3<sub>i</sub>, 3<sub>i</sub>... 3<sub>n+1</sub>) that is designed to operate as slave by copying at all times the status of the variable elements (41<sub>1</sub>), (42<sub>1</sub>), (12<sub>1</sub>)... of the master to the variable elements (41<sub>i</sub>), (42<sub>i</sub>), (12<sub>i</sub>)... respectively of the power supply and impedance matching assemblies (3<sub>i</sub>),
- a power splitter (9) from 1 input to N+1 outputs (90<sub>1</sub>)... (90<sub>n+1</sub>) connected to the N+1 power supply and impedance matching assemblies (3<sub>1</sub>... 3<sub>n+1</sub>).

3. The antenna system according to claim 1, **characterised in that**:

- the radiating structures (1<sub>1</sub>)... (1<sub>n+1</sub>) are of the loop type made from a filiform conductive element, one of the ends (8<sub>1</sub>)... (8<sub>n+1</sub>) of which is connected to ground and the other end (7<sub>1</sub>)... (7<sub>n+1</sub>) of which is connected to the input (30<sub>1</sub>)...

(30<sub>n+1</sub>) of a supply and impedance matching assembly (3<sub>1</sub>)... (3<sub>n+1</sub>), and **in that** the power supply and impedance matching assemblies (3<sub>1</sub>)... (3<sub>n+1</sub>) are constituted by at least:

- one wideband impedance step-up transformer (21),
- one variable pre-tuning capacitor (20) arranged in series with the primary of the wideband impedance step-up transformer (21), the free terminal of which constitutes the input (30<sub>1</sub>)... (30<sub>n+1</sub>),
- an impedance matching device or ATU (4) connected to the secondary of the transformer (21).

4. The antenna system according to claim 1, **characterised in that** the radiating structures (1<sub>1</sub>) ... (1<sub>n+1</sub>) are of the monopole type made from a filiform conductive element, one of the ends of which is left free and the other end (7<sub>1</sub>)... (7<sub>n+1</sub>) of which is connected to the input (30<sub>1</sub>)... (30<sub>n+1</sub>) of a power supply and impedance matching assembly (3<sub>1</sub>)... (3<sub>n+1</sub>).

5. The antenna system according to claim 1, **characterised in that** it comprises at least:

- a first assembly (R<sub>1</sub>) constituted by a radiating structure (1<sub>1</sub>), a power supply and impedance matching assembly (3<sub>1</sub>) having a control logic (Cm) that allows it to operate as master so as to manage the tuning phase of the antenna system by varying the values of the variable elements, such as the capacitive elements (41<sub>1</sub>), the inductive elements (42<sub>1</sub>) and the variable capacity (12<sub>1</sub>), so as to make them converge towards the values that result in the tuning,
- an additional assembly (R<sub>2</sub>), identical with the first assembly (R<sub>1</sub>) and placed end-to-end with said first assembly (R<sub>1</sub>), but in which the control logic (Cs) for the power supply and impedance matching assembly (3<sub>2</sub>) makes it operate as a slave by copying at any time during the tuning phase the status of the variable elements (41<sub>1</sub>), (42<sub>1</sub>), (12<sub>1</sub>)... of the master towards the variable elements (41<sub>i</sub>), (42<sub>i</sub>), (12<sub>i</sub>)... respectively of said slave assembly (3<sub>2</sub>),
- a hybrid power splitter (9') with one input and two outputs (90'<sub>1</sub>), (90'<sub>2</sub>) in phase opposition connected to two power supply and impedance matching assemblies (3<sub>1</sub>) and (3<sub>2</sub>).

6. The antenna system according to claim 5, **characterised in that** the radiating structures (1<sub>1</sub>) and (1<sub>2</sub>) are monopoles.

7. The use of the system according to any one of claims 1 to 6 in the frequency range that is between 1.5 and 30 MHz.

8. A method for tuning an antenna system composed of a transmitter-receiver comprising (N+1) substantially identical radiating structures, with greater than 1, comprising at least one step in which each of the radiating structures disposed in parallel with each other are fed and impedance matched for a given operating frequency value, **characterised in that** it comprises at least the following steps:
- associating a master function to one radiating structure, and associating a "slave" function to the other N radiating structures,
  - transmitting the tuning parameters from the master radiating structure to the slave radiating structures,
  - varying at least one of the values of at least one of the parameters in order to make them converge and obtain the tuning,
- and **in that** it comprises the following steps of:
- b) initialising the tuning parameters for the "master" radiating structure,
  - c) transmitting the tuning parameters to the slave radiating structures,
  - d) determining the impedance value  $Z_{\text{measured}}$  at the output of the "master" radiating structure and comparing said value with a specified value  $Z_{\text{fixed}}$ ,
  - e) determining, whilst said determined value is different from the specified value, the values of the parameters allowing the tuning for the master radiating structure,
  - f) varying at least one of the tuning parameters of the master radiating structure and repeating steps e to d.
9. The method according to claim 8, **characterised in that** the parameters are transmitted by modulating the information at a frequency value that differs from that of the system operation.
10. The method according to any one of claims 8 to 9, **characterised in that** the operating frequency range is selected in the range of 1.5 to 30 MHz.

## Patentansprüche

1. Antennensystem, das einen Sender/Empfänger (5) umfasst, der mit einem Leistungsteiler (9) im Verhältnis von N+1 gleich der Zahl von (N+1) von strahlenden Strukturen des Empfängers/Senders verbunden ist, wobei die strahlenden Strukturen im Wesentlichen mit N größer als 1 identisch sind, wobei die (N+1) Strukturen parallel zueinander angeordnet sind, wobei jede strahlende Struktur mit einer Versorgungs- und Impedanzanpassungsvorrichtung

zum Bilden einer Baugruppe  $R_i$  verbunden ist:

- wobei die N+1 Baugruppen  $R_1, R_2, R_i, \dots, R_n, R_{n+1}$  jeweils wenigstens eine strahlende Struktur ( $1_1, 1_2, \dots, 1_i, \dots, 1_n, 1_{n+1}$ ) umfassen, die jeweils mit einer Versorgungs- und Impedanzanpassungsvorrichtung ( $3_1, 3_2, 3_i, \dots, 3_n, 3_{n+1}$ ) assoziiert ist, wobei jede Baugruppe  $R_i$  mit dem Leistungsteiler 9 über ein Kabel ( $90_1, 90_2, \dots, 90_i, \dots, 90_n, 90_{n+1}$ ) verbunden ist,
- wobei die N+1 strahlenden Strukturen ( $1_i$ ) parallel geschaltet sind, wobei eine dieser Strukturen die Rolle eines Masters spielt und die N anderen Strukturen die Rolle eines Slave spielen,
- eine Vorrichtung Z (Zmètre) zum der Impedanz am Ausgang der strahlenden Struktur ( $1_1$ ), die als Master-Struktur bezeichnet wird,
- einen Prozessor (15), für die Master-Struktur, der mit einer Steuerlogik Cm versehen ist, die insbesondere die Aufgabe hat, den Abgleich auf aktive Weise während der Abgleichphase zu realisieren, wobei die Steuerlogik Cm insbesondere eine Verwaltung der Abgleichphase des Antennensystems durch Bestimmen und Variieren der Werte der veränderlichen Elemente der Versorgungs- und Anpassungsbaugruppe, wie kapazitive Elemente (41), induktive Elemente (42), variable Kapazität (12), erlaubt, um sie auf die Werte zu konfigurieren, die den Abgleich ergeben,
- für jede der N strahlenden Strukturen mit einer Slave-Rolle in einer gegebenen Funktionskonfiguration des Antennensystems einen Prozessor (15), der mit einer Steuerlogik Cs versehen ist, die insbesondere die Aufgabe hat, in jedem Moment und somit in jeder Abgleichphase den Zustand des Master-Gerätes, insbesondere die Abgleichparameter wie die Werte der variablen Elemente ( $41_1, 41_2, \dots$ ) jeweils zu den variablen Elementen ( $41_i, 42_i, \dots$ ) der Versorgungs- und Anpassungsbaugruppen, "Slaves" genannt, zu kopieren,
- die Versorgungsvorrichtungen so ausgelegt sind, dass sie die Funkfrequenz-Frequenzen im Wesentlichen phasengleich mit den meisten oder allen (N+1) strahlenden Strukturen liefern.

2. Antennensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens Folgendes umfasst:

- eine erste Baugruppe ( $R_1$ ), die von einer strahlenden Struktur ( $1_1$ ), einer Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppe ( $3_1$ ) gebildet wird, die über eine Steuerlogik (Cm) verfügt so dass sie als Master-Baugruppe dienen kann, um die Abgleichphase des durch Variieren der Werte der variablen Elemente wie kapazitive Ele-

- mente (41<sub>1</sub>), induktive Elemente (42<sub>1</sub>), variable Kapazität (12<sub>1</sub>) zu verwalten, um sie zu den Werten zu konvergieren, die Abgleich ergeben;
- N Ergänzungsbaugruppen (R<sub>2</sub>... R<sub>n+1</sub>), die mit der ersten Baugruppe im Wesentlichen identisch und parallel zu dieser geschaltet sind, mit einer Steuerlogik (Cs) von Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppen (3<sub>i</sub>, 3<sub>i</sub> ... 3<sub>n+1</sub>), die als Slave fungieren, durch Kopieren, in jedem Moment, des Zustands der variablen Elemente (41<sub>i</sub>), (42<sub>i</sub>), (12<sub>i</sub>)... des Masters jeweils zu den variablen Elementen (41<sub>i</sub>), (42<sub>i</sub>), (12<sub>i</sub>)... der Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppen (3<sub>i</sub>),
  - einen Leistungsteiler (9) von einem Eingang auf N+1 Ausgänge (90<sub>1</sub>) ... (90<sub>n+1</sub>), die mit den N+1 Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppen (3<sub>1</sub>...3<sub>n+1</sub>) verbunden sind.
3. Antennensystem Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass:**
- die strahlenden Strukturen (1<sub>1</sub>)...(1<sub>n+1</sub>) vom Schleifentyp sind realisiert von einem fadenförmigen Leiterelement, von dem eines der Enden (8<sub>1</sub>) ... (8<sub>n+1</sub>) mit Masse verbunden ist und das andere Ende (7<sub>1</sub>) ... (7<sub>n+1</sub>) mit dem Eingang (30<sub>1</sub>) ... (30<sub>n+1</sub>) einer Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppe (3<sub>1</sub>)...(3<sub>n+1</sub>) verbunden ist, und dadurch, dass die Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppen (3<sub>1</sub>)... (3<sub>n+1</sub>) von wenigstens einem der folgenden gebildet werden.
  - einem Breitband-Impedanzaufspanntransformator (21),
  - einer variablen Vorabgleich-Kapazität (20) in Serie mit der Primärwicklung des Breitband-Impedanzaufspanntransformators (21), dessen freier Anschluss den Eingang (30<sub>1</sub>)...(30<sub>n+1</sub>) bildet,
  - einer Impedanzanpassungsvorrichtung oder ATU (4), die mit der Sekundärwicklung des Transformators (21) verbunden ist.
4. Antennensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strahlenden Strukturen (1<sub>1</sub>)... (1<sub>n+1</sub>) vom Monopoltyp sind, realisiert von einem fadenförmigen Leitungselement, von dem eines der Enden freigelassen wird und das andere Ende (7<sub>1</sub>)...(7<sub>n+1</sub>) mit dem Eingang (30<sub>1</sub>) ... (30<sub>n+1</sub>) einer Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppe (3<sub>1</sub>)...(3<sub>n+1</sub>) verbunden ist.
5. Antennensystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens Folgendes umfasst:
- eine erste Baugruppe (R<sub>1</sub>), gebildet von einer
- strahlenden Struktur (1<sub>1</sub>), einer Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppe (3<sub>1</sub>), die über eine Steuerlogik (Cm) verfügt, so dass sie als Master fungieren kann, um die Abgleichphase des Antennensystems durch Variieren der Werte der variablen Elemente wie die kapazitiven Elemente (41<sub>1</sub>), die induktiven Elemente (42<sub>1</sub>), die variable Kapazität (12<sub>1</sub>) zu verwalten, so dass sie zu den Werten konvergieren, die den Abgleich ergeben;
- eine Ergänzungsbaugruppe (R<sub>2</sub>), die mit der ersten Baugruppe (R<sub>1</sub>) identisch und Ende an Ende mit dieser ersten Baugruppe (R<sub>1</sub>) angeordnet ist, aber bei der die Steuerlogik (Cs) der Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppe (3<sub>2</sub>) sie als Slave arbeiten lässt, durch Kopieren, in jedem Moment während der Abgleichphase, des Zustands der variablen Elemente (41<sub>1</sub>), (42<sub>1</sub>), (12<sub>1</sub>)... des Masters jeweils zu den variablen Elementen (41<sub>2</sub>), (42<sub>2</sub>), (12<sub>2</sub>)... dieser Slave-Baugruppe (3<sub>2</sub>),
  - einen Hybrid-Leistungsteiler (9') mit einem Eingang und zwei gegenphasigen Ausgängen (90'<sub>1</sub>) (90'<sub>2</sub>), mit zwei Versorgungs- und Impedanzanpassungsbaugruppen (3<sub>1</sub>) und (3<sub>2</sub>) verbunden.
6. Antennensystem nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die strahlenden Strukturen (1<sub>1</sub>) und (1<sub>2</sub>) Monopole sind.
7. Verwendung des Systems nach einem der Ansprüche 1 bis 6 im Frequenzbereich zwischen 1,5 und 30 MHz.
8. Verfahren zum Abgleichen eines Antennensystems bestehend aus einem Sender/Empfänger, der (N+1) im Wesentlichen identische strahlende Strukturen umfasst, wobei N größer als 1 ist, das wenigstens einen Schritt beinhaltet, in dem jede der parallel zueinander angeordneten Antennenstrukturen für einen gegebenen Betriebsfrequenzwert gespeist und impedanzmäßig angepasst wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** es wenigstens die folgenden Schritte beinhaltet:
- Zuordnen einer Master-Funktion zu einer strahlenden Struktur und einer "Slave"-Funktion zu den anderen N strahlenden Strukturen,
  - der Abgleichparameter der strahlenden Master-Struktur zu den strahlenden Slave-Strukturen,
  - Variieren von wenigstens einem der Werte von wenigstens einem der Parameter, so dass sie konvergieren und ein Abgleich erzielt wird,
- und dadurch, dass es die folgenden Schritte beinhaltet:

- b) Initialisieren der Abgleichparameter für die strahlende "Master"-Struktur,
  - c) Übertragen der Abgleichparameter zu den anderen strahlenden Slave-Strukturen,
  - d) Ermitteln des Impedanzwertes  $Z_{\text{gemessen}}$  am Ausgang der strahlenden "Master"-Struktur und Vergleichen des Wertes mit einem vorgegebenen Wert  $Z_{\text{fix}}$ , 5
  - e) Ermitteln, solange sich der ermittelte Wert von dem vorgegebenen Wert unterscheidet, der Werte der Parameter, so dass ein Abgleich für die strahlende Master-Struktur erzielt werden kann, 10
  - f) Variieren Variieren von einem der Abgleichparameter der strahlenden Master-Struktur, und Wiederholen der Schritte e bis d. 15
9. Verfahren Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Parameter durch Modulieren der Informationen auf einen anderen Frequenzwert als den des Betriebs des Systems übertragen werden. 20
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Betriebsfrequenzbereich in einem Intervall zwischen 1,5 und 30 MHz gewählt wird. 25

30

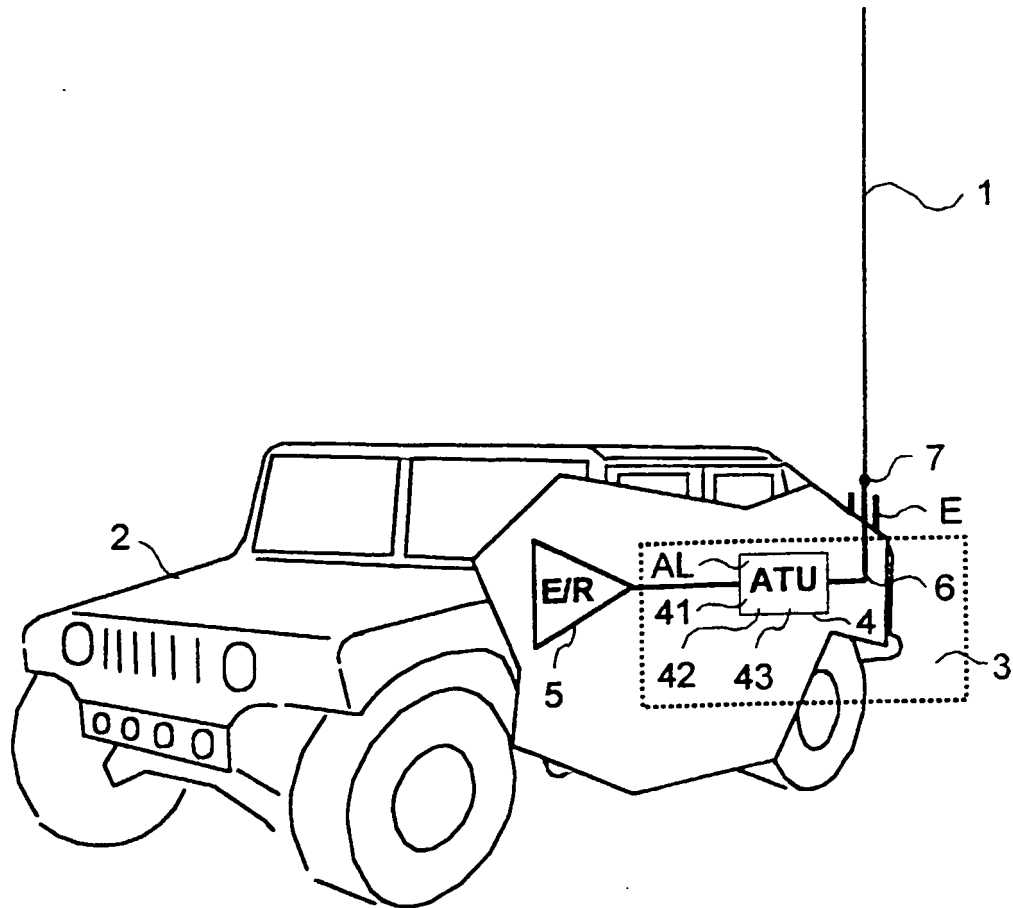
35

40

45

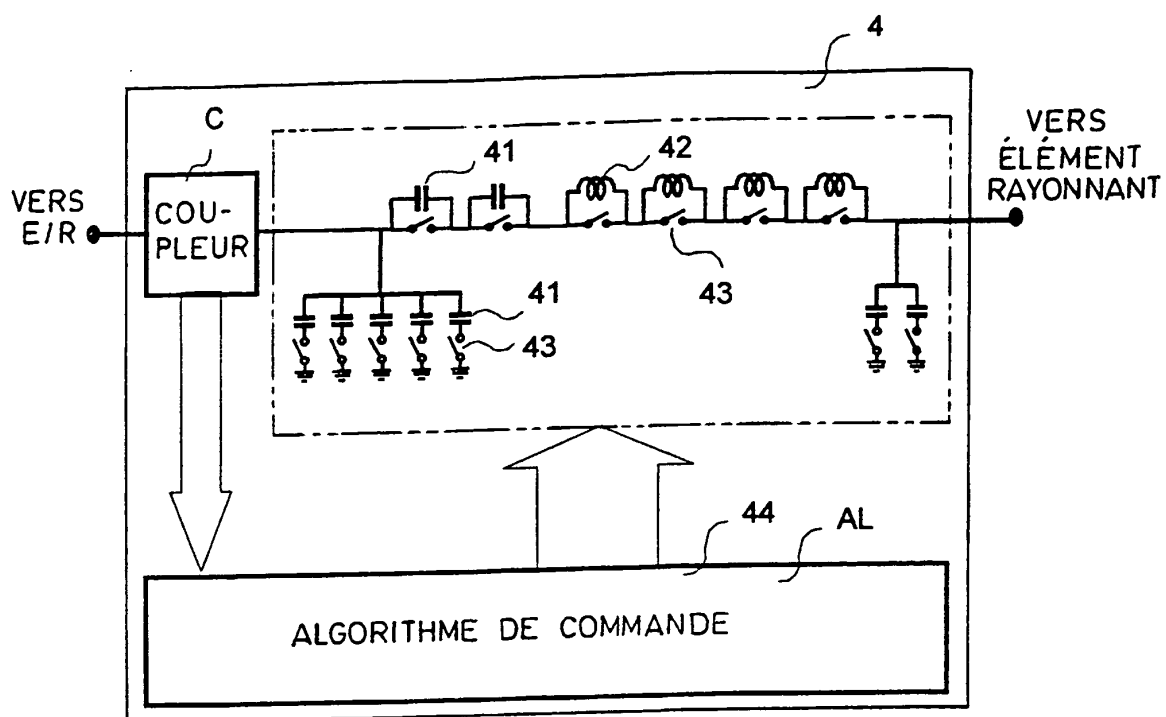
50

55

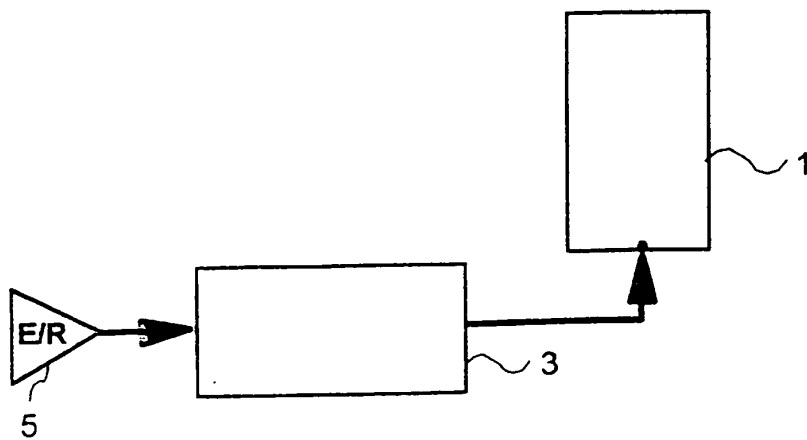


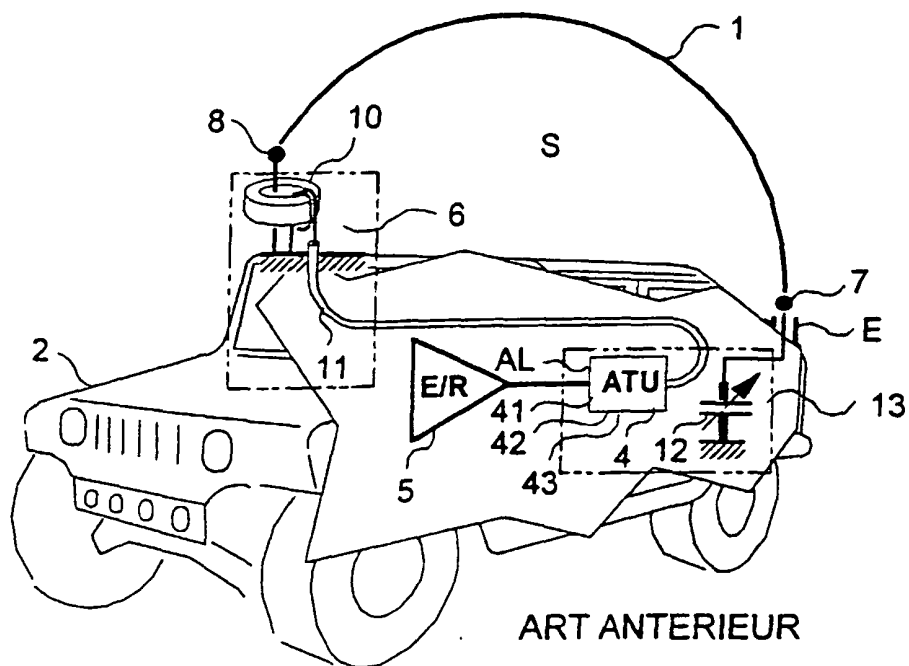
**FIG.1**

**FIG.2**

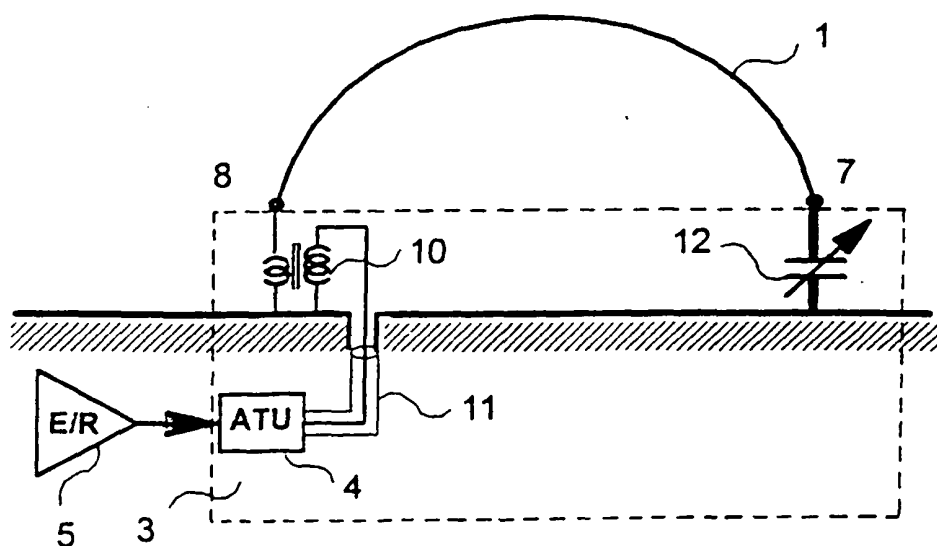


**FIG.3**



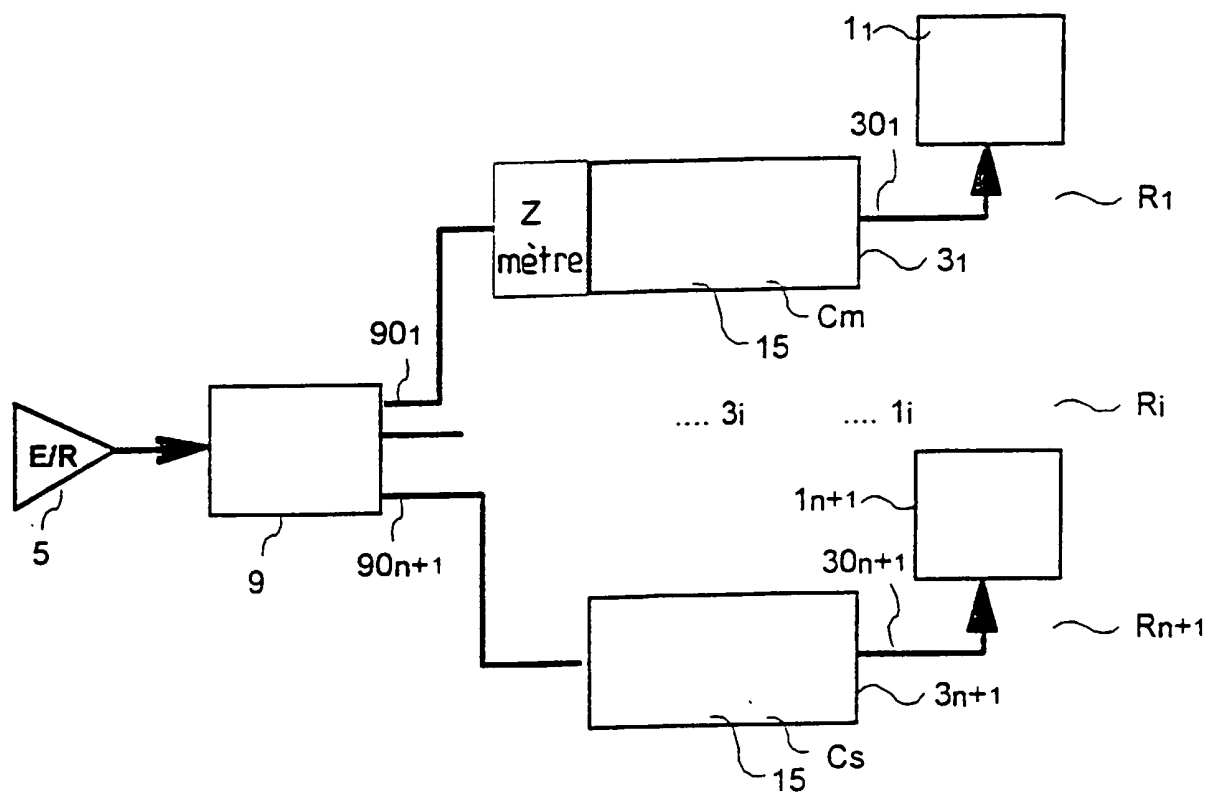


**FIG. 4**



**FIG. 5**

FIG.6



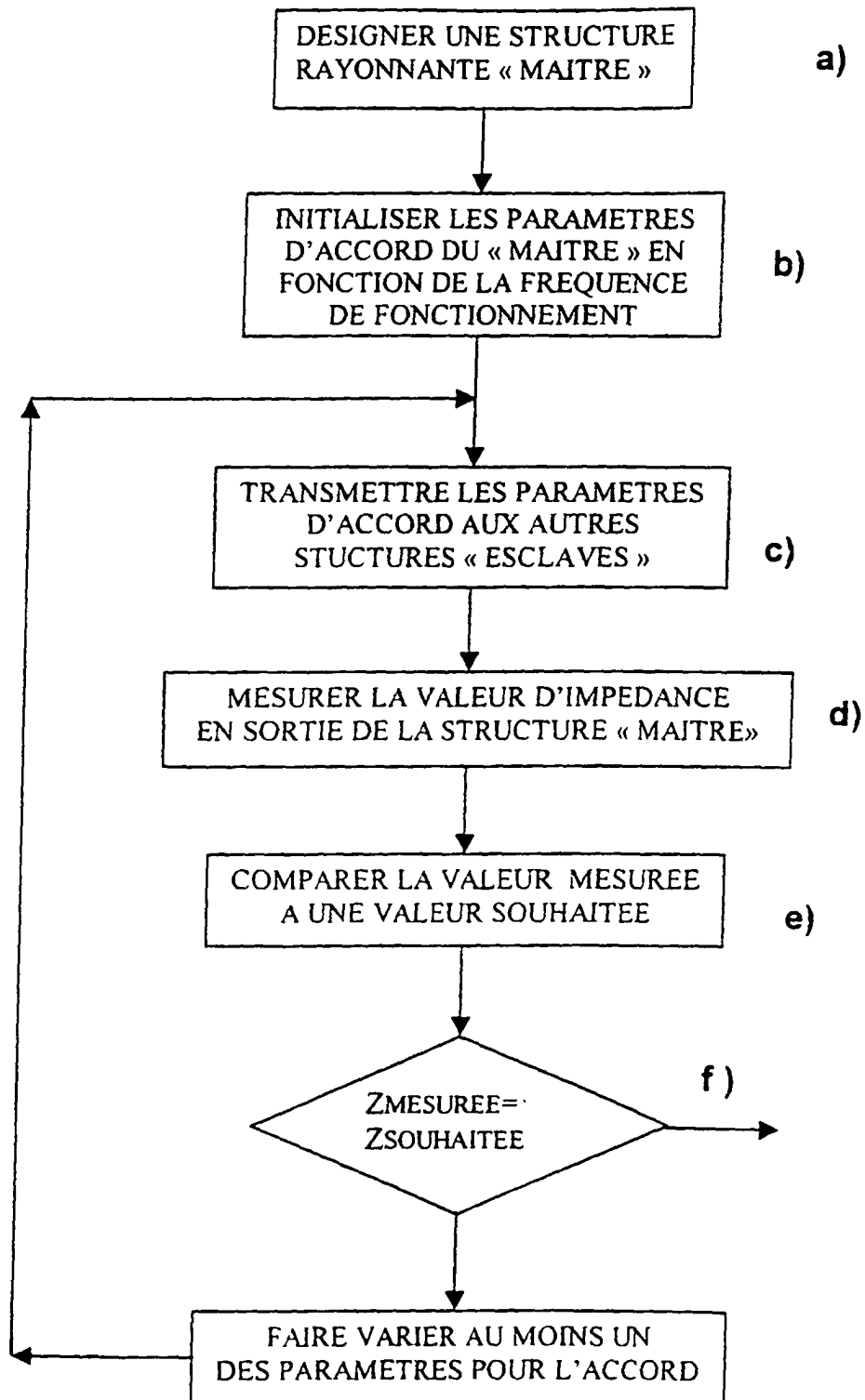
**FIG.7**

FIG.8

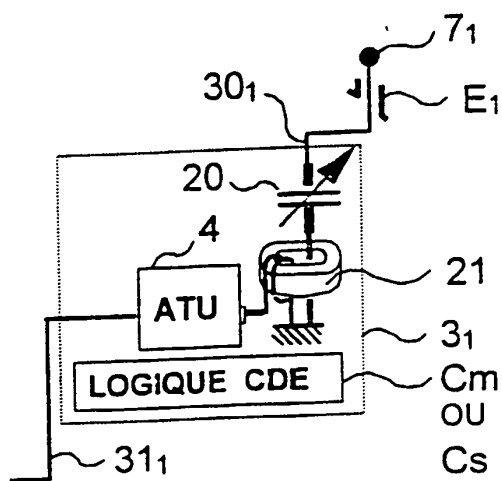
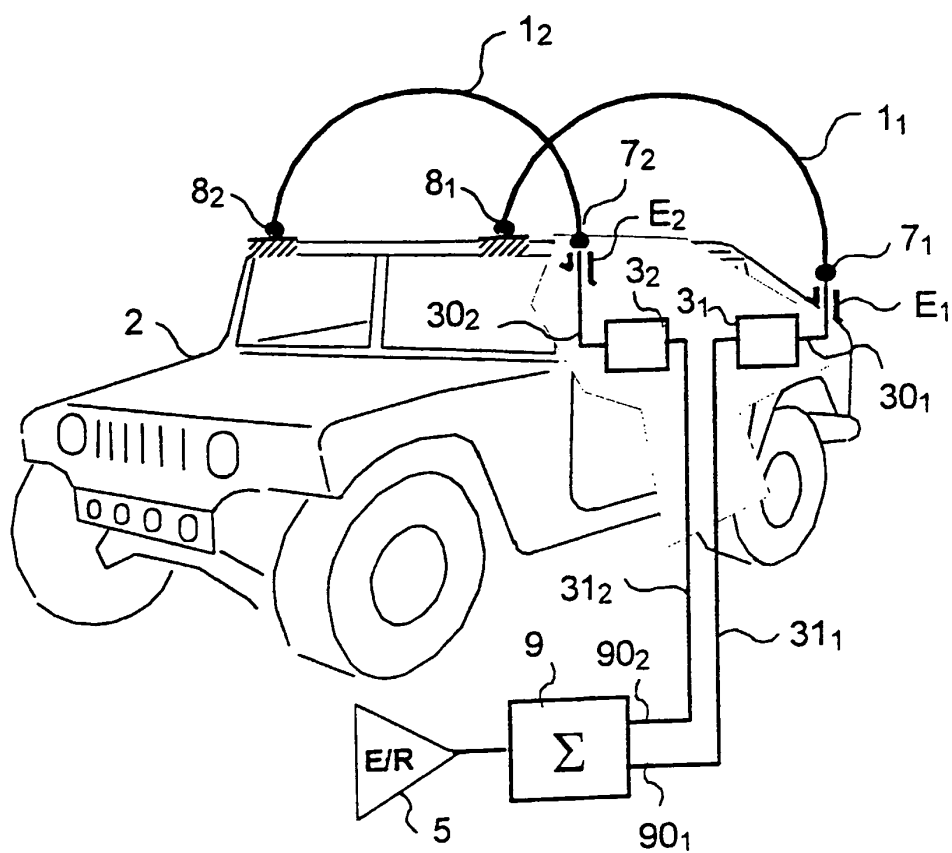
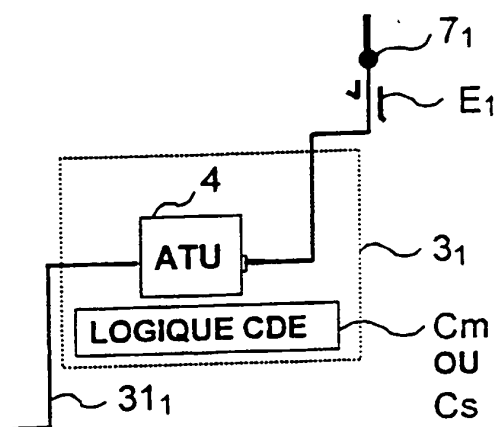
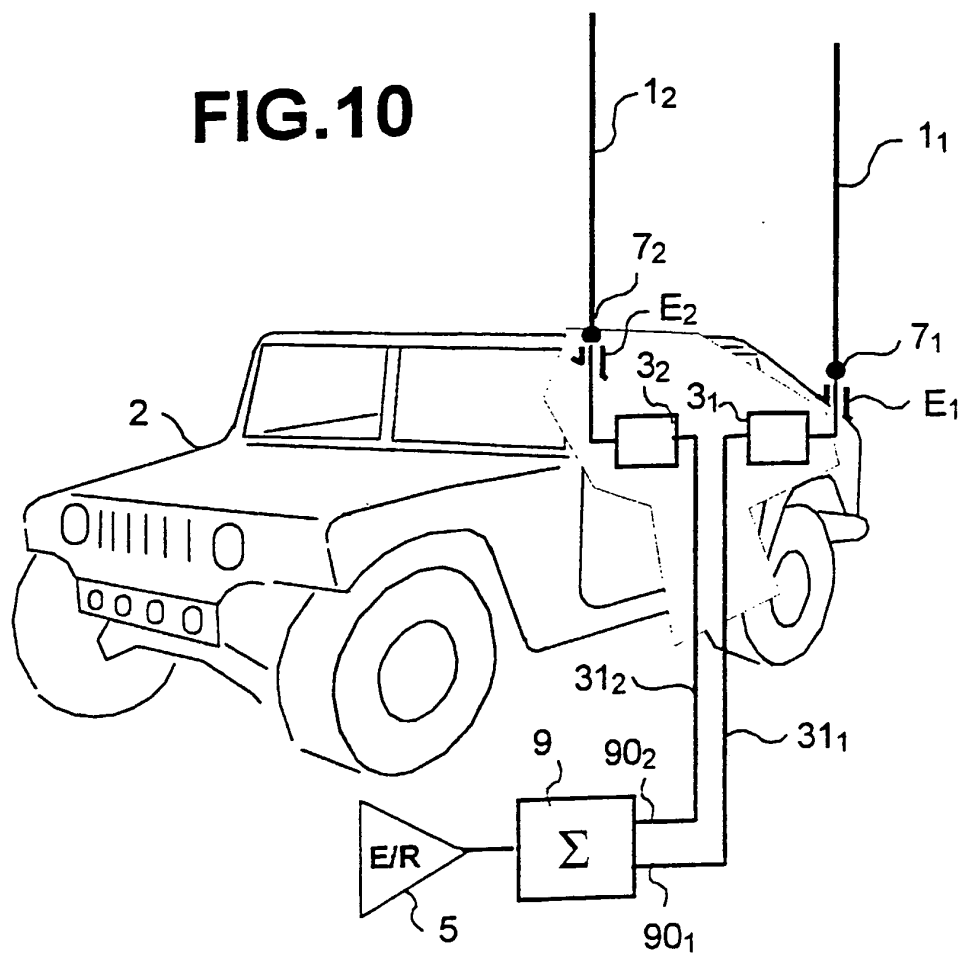
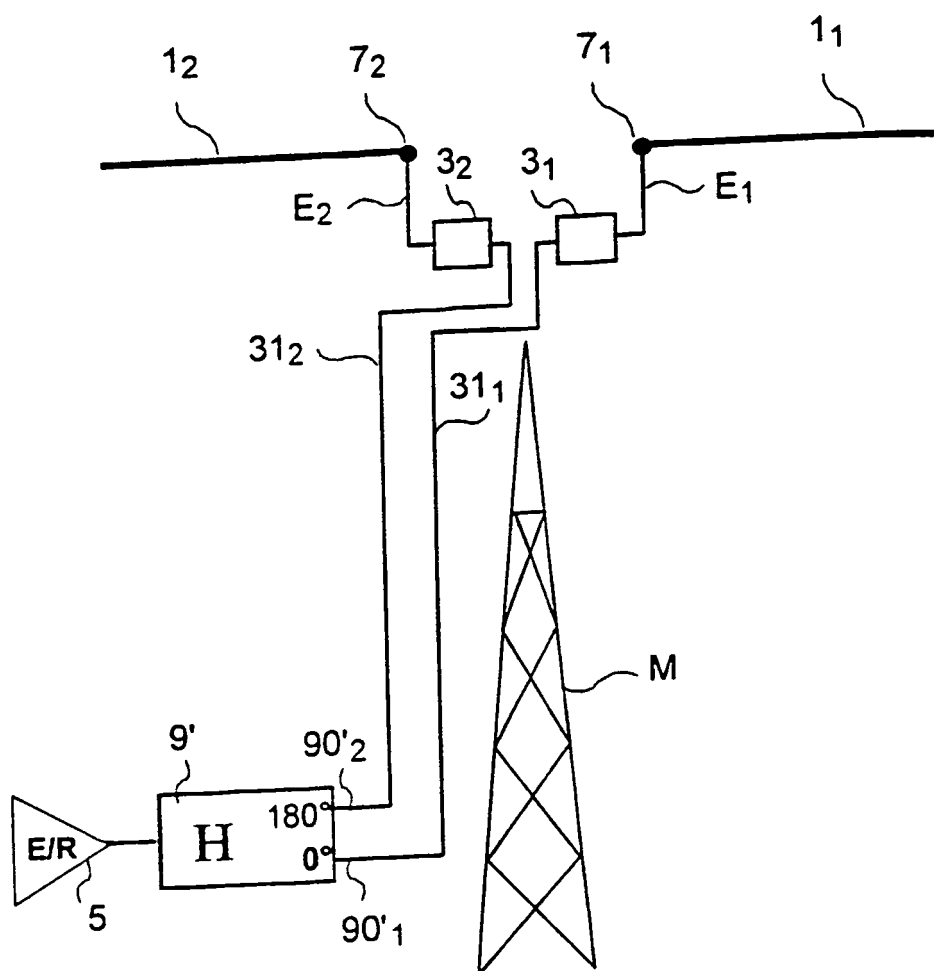


FIG.9

**FIG.10**



**FIG.11**



**FIG.12**

**RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION**

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

**Documents brevets cités dans la description**

- US 4893131 A [0009]
- FR 2553586 [0009]
- FR 2785094 [0009]
- DE 19955950 [0014]
- US 4176356 A [0015]