

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 831 554 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
25.03.1998 Bulletin 1998/13

(51) Int Cl.⁶: **H01Q 21/22, H01Q 21/06**

(21) Numéro de dépôt: **97402141.2**

(22) Date de dépôt: **16.09.1997**

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

(30) Priorité: **20.09.1996 FR 9611491**

(71) Demandeur: **THOMSON-CSF
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:
• **Gegout, Cédric
94117 Arcueil Cedex (FR)**

- **Aubry, Claude
94117 Arcueil Cedex (FR)**
- **Muller, Daniel
94117 Arcueil Cedex (FR)**
- **Pham, Kim Khanh
94117 Arcueil Cedex (FR)**
- **Marissal, Gérard
94117 Arcueil Cedex (FR)**

(54) **Procédé de positionnement de senseurs ou émetteurs électromagnétiques dans un réseau**

(57) L'invention concerne un procédé de positionnement de senseurs ou émetteurs électromagnétiques dans un réseau.

Le procédé consiste au moins dans une première étape, à prendre comme origine d'un repère, un (S_1) des deux senseurs (S_1 , S_N) les plus éloignés l'un de l'autre, dans une deuxième étape, à établir un codage génoty-

pique des senseurs à partir de leurs coordonnées dans le repère précité et dans une troisième étape, à appliquer un algorithme génétique aux paramètres de codage pour obtenir un phénotype donné constitué du diagramme d'antenne souhaité.

Applications : Optimisation de réseaux d'antennes, notamment plans ou linéaires.

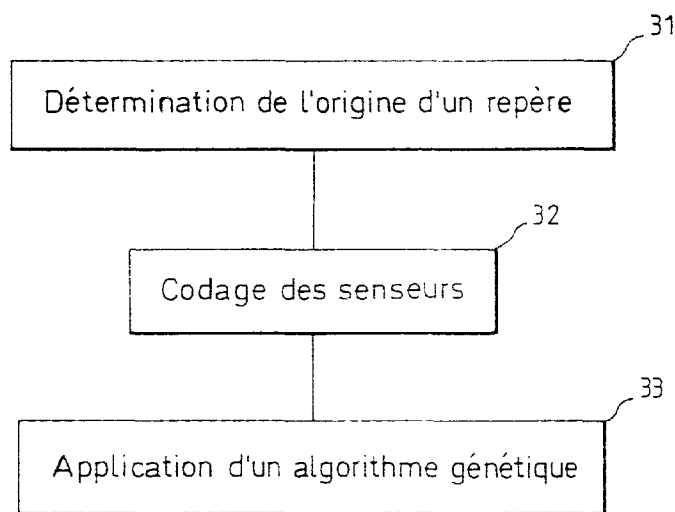


FIG.3

EP 0 831 554 A1

Description

La présente invention concerne un procédé de positionnement de senseurs ou émetteurs électromagnétiques dans un réseau. Elle s'applique notamment à l'optimisation de réseaux d'antennes plan ou linéaires.

Une antenne est utilisée pour transmettre et recevoir de l'énergie électromagnétique. Dans certaines circonstances, une antenne unique suffit pour recevoir un signal peu brouillé et subissant peu d'échos. Il s'agit alors d'un réflecteur parabolique ou d'un dipôle simple. Mais de plus en plus, les applications dans le domaine radar nécessitent des antennes à haut gain et vérifiant un ensemble de contraintes directionnelles. Ces contraintes peuvent être fixées par exemple par un antibrouillage d'un brouilleur fixe. Les contraintes peuvent être aussi variables, dans le cas par exemple d'un déplacement du faisceau principal pour obtenir plusieurs points de visées. Un cas des contraintes variables concerne par exemple les radars à balayage électronique où le faisceau principal se déplace électroniquement pour balayer un angle solide.

Pour satisfaire ces contraintes, il est connu d'utiliser des réseaux d'antennes. Un réseau d'antennes est un graphe dont les noeuds sont des senseurs électromagnétiques élémentaires. Il permet de traiter simultanément des signaux provenant de directions angulaires multiples. A la différence d'une antenne unique limitée en bande de fréquence et en directivité, un réseau d'antennes possède un diagramme modifiable notamment avec la pondération en amplitude et/ou en phase qui est appliquée à chaque élément. Ces poids peuvent être combinés pour privilégier des signaux vis à vis d'éventuelles interférences, de brouillages et du bruit.

La synthèse d'un diagramme consiste à trouver les poids qui répondent à un ensemble de spécifications données. La synthèse d'un réseau d'antennes consiste par ailleurs à trouver une disposition des senseurs assurant la vérification des contraintes données. En général, pour répondre à ces spécifications, on définit une courbe correspondant à un diagramme optimal et on tente d'approcher cette courbe appelée gabarit en faisant varier les poids et les positions des senseurs.

Le diagramme ne dépend donc pas seulement des poids affectés à chaque élément. Il dépend également de la fréquence à laquelle le réseau fonctionne et des positions des éléments de l'antenne, notamment des senseurs. Le problème qui semble être le plus délicat et le moins résolu est celui de la recherche de la géométrie optimale d'une antenne pour une série de contraintes données. Cette recherche doit être guidée par des soucis de diminution de la complexité du réseau et de son traitement.

Les réseaux linéaires uniformément répartis ont été étudiés et des procédés connus fournissent des solutions satisfaisantes. Cependant, le prix élevé des senseurs élémentaires a motivé l'étude de réseaux linéaires non uniformes, construits soit par élimination de

senseurs dans un réseau uniforme, soit par placements pseudo-aléatoires de senseurs. Dans ce cas, l'obtention du diagramme optimal par variations des poids nécessite de lourds calculs qui dépendent fortement de la géométrie, de la fréquence de réception et du gabarit voulu. Par ailleurs, des contraintes antibrouillage plus restrictives et l'avènement des radars à balayage électroniques qui ont nécessité le développement des réseaux plan, complexifient encore la recherche d'un diagramme optimal.

La synthèse d'un réseau d'antennes consiste donc à trouver une disposition des senseurs électromagnétiques et une configuration des poids assurant la vérification de contraintes données. Elle fait notamment appel à des problèmes d'optimisation sous contraintes du positionnement des senseurs dans des réseaux linéaires ou plan, lacunaires ou raréfiés. Les contraintes peuvent être très diverses. Ce peut être par exemple des limitations du nombre des senseurs ou des contraintes de couplages électromagnétiques sur les senseurs. Des procédés d'optimisation opérant sur un domaine continu sont connus et apportent des solutions satisfaisantes. Cependant, la non-convexité et la non-continuité de certaines contraintes rendent leur mise en oeuvre difficile.

Il est proposé d'utiliser ces algorithmes en formalisant le problème sous la forme d'un problème d'optimisation continue du positionnement des senseurs en une ou deux dimensions. Cette formalisation nouvelle pose des problèmes délicats de codage : redondance des configurations, espace de recherche non minimal. On a élaboré un codage des paramètres du réseau qui permet d'effectuer la recherche dans un espace de taille minimale et tenant compte de toutes les configurations possibles.

Le but de l'invention est notamment de permettre une optimisation simple pour le positionnement de senseurs dans un réseau soumis par ailleurs à des contraintes très diverses.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de positionnement de senseurs ou émetteurs électromagnétiques dans un réseau, caractérisé en ce qu'il consiste au moins :

- dans une première étape, à prendre comme origine d'un repère un des deux senseurs les plus éloignés l'un de l'autre.
- dans une deuxième étape, à réaliser un codage des senseurs pour obtenir un premier vecteur de composantes :

$$S_i = \frac{S_{i+1} - X_i}{D}$$

et pour obtenir un deuxième vecteur (V_d) de composantes :

$$d_i = \frac{Y_{i+1} - Y_i}{D}$$

où - i est l'indice associé à un capteur d'ordre i

- x_i, y_i sont les coordonnées du capteur d'ordre i respectivement selon l'axe x et selon l'axe y du repère.
- $x_i + y_{i+1}$ sont les coordonnées du capteur d'ordre i + 1 respectivement selon l'axe x et selon l'axe y du repère.
- D est la distance entre les deux capteurs les plus éloignés.
- dans une troisième étape (33), un génotype étant constitué des deux vecteurs précités à appliquer un algorithme génétique sur ces vecteurs pour obtenir un diagramme d'antenne donné.

L'invention a pour principaux avantages qu'elle s'adapte à tous types de réseaux d'antennes et à tous types de diagrammes d'antenne, qu'elle réduit les temps et les capacités de calculs nécessaires, qu'elle s'adapte à tous types d'algorithmes dit génétiques et qu'elle est économique.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit faite en regard de dessins annexés qui représentent :

- les figures 1 et 2, un réseau de capteurs électromagnétiques ;
- la figure 3, une illustration d'une succession d'étapes possibles du procédé selon l'invention ;
- la figure 4, une illustration d'un système d'axes et d'une origine selon l'invention pour repérer la position de capteurs.

Les figures 1 et 2 illustrent à titre d'exemple un même réseau d'antennes. Ce réseau comporte par exemple huit capteurs 1. Un numéro de 1 à 8 est attribué à chaque capteur. La figure 1 présente une vue de profil du réseau tandis que la figure 2 présente la position des capteurs dans un plan repéré par des axes μ, ν . La position des capteurs est représentée par l'extrémité de vecteurs associée chacun à un numéro de capteur. Ces vecteurs ont pour origine l'origine du système d'axes μ, ν . Des moyens de pondération 2 affectent par exemple au signal reçu par chaque capteur 1 un coefficient de pondération. Les signaux reçus sont par exemple ensuite acheminés vers la voie somme Σ de la chaîne de réception d'un radar.

Un réseau d'antennes est constitué d'un ensemble de N capteurs élémentaires recevant un signal électromagnétique. Ces capteurs doivent être répartis sur un plan ou toute autre surface, par exemple sphérique, de façon à obtenir un diagramme de réception le plus adéquat possible, en fonction, notamment de contraintes d'applications. En supposant qu'un réseau comporte par exemple 30 capteurs, si chacun est repéré par deux coordonnées il faut alors agir sur 60 paramètres pour

positionner l'ensemble des capteurs. Une recherche globale sur cet ensemble de paramètres, par itérations par exemple, est alors très complexe à mettre en oeuvre et nécessite notamment beaucoup de capacités de calculs. Pour obtenir un diagramme d'antenne donné, il faut de plus agir par exemple aussi sur des coefficients de pondération associés.

La figure 3 illustre un exemple de successions d'étapes pour la mise en oeuvre du procédé selon l'invention. Dans une première étape 31, l'origine d'un repère est déterminée. L'origine de ce repère est constituée par la position d'un des deux capteurs les plus éloignés l'un de l'autre.

La figure 4 illustre la détermination de l'origine du repère. Dans l'exemple représenté, N capteurs sont à positionner. Le capteur pris comme origine du repère est arbitrairement noté S_1 , le capteur qui lui est le plus éloigné étant noté S_N . Ces deux capteurs S_1, S_N sont les deux capteurs les plus éloignés l'un de l'autre parmi l'ensemble de N capteurs. La distance entre ces deux capteurs est notée D. Un système d'axes x,y, par exemple orthogonal, est créé avec le premier capteur S_1 comme origine. Dans ce système ainsi créé, les coordonnées du N^{ième} capteur S_N sont représentées par le couple $(D/v_2, D/v_2)$, à condition notamment que les axes x,y soient orthogonaux. Dans ce cas, on considère que tous les autres capteurs $S_2, S_3, S_4, S_5, S_6 \dots S_{N-1}$ sont situés dans un carré de côté D/v_2 ; la méthode s'applique aussi au cas général.

La détermination de la distance D est notamment fonction de l'angle dit à 3dB souhaité pour le diagramme d'antenne. Cet angle θ_{3dB} exprime la largeur du diagramme de réception d'une antenne et correspond à un angle centré sur l'axe du diagramme dans lequel la moitié de la puissance reçue est captée. Il est donné par la relation suivante :

$$\theta_{3dB} = \lambda^D \quad (1)$$

Des deux capteurs les plus éloignés S_1, S_N , celui choisi comme origine est par exemple tel, qu'en combinaison avec le système d'axes x,y, les coordonnées suivant l'axe x sont positives, auquel cas les coordonnées selon l'axe y sont aussi positives; Dans une deuxième étape 32 du procédé selon l'invention, les capteurs $S_1, S_2 \dots S_N$ soit par exemple codés de façon à obtenir un génotype représentant l'ensemble de ces capteurs. Ce génotype est notamment fonction des coordonnées des capteurs dans le système $S_{1,x,y}$.

Une sous-étape de cette deuxième étape 32 consiste par exemple à ordonner les capteurs selon l'axe x. L'ordre d'un capteur étant repéré par son indice i et la position d'un capteur S_i étant déterminée par ses coordonnées (x_i, y_i) , l'ordre des capteurs est tel qu'il vérifie la relation suivante :

$$x_{i+1} - x_i > 0 \quad (2)$$

Il est supposé que deux senseurs n'ont jamais exactement la même position selon l'axe x, l'abscisse x_{i+1} du senseur S_{i+1} d'ordre $i + 1$ est donc strictement supérieure à l'abscisse x_i du senseur S_i d'ordre i . Les positions des senseurs $S_1, S_2, S_3, S_4, S_5, S_6, \dots, S_{N-1}, S_N$ sur la figure 4, illustrent cette relation d'ordre.

Le codage effectué dans la deuxième étape 32 est par exemple défini par un ensemble de deux vecteurs obtenus à partir des coordonnées des senseurs $S_1, S_2, \dots, S_N$ dans le système $S_{1,x,y}$. Ces deux vecteurs représentent le génotype de l'ensemble des N senseurs.

Un premier vecteur V_Δ est par exemple constitué de composantes Δ_i définies par la relation suivante, pour la composante d'ordre i :

$$\Delta_i = \frac{X_{i+1} - X_i}{D} \quad (3)$$

où X_{i+1} et X_i sont respectivement les coordonnées selon l'axe x des senseurs S_{i+1} et S_i respectivement d'ordre $i + 1$ et i

- D est la distance précitée entre les deux senseurs les plus éloignés S_1, S_N .

Si les senseurs ont par exemple été ordonnés selon la relation (2) précédente, les composantes Δ_i du premier vecteur V_Δ sont toujours positives.

Par ailleurs, l'indice i des composantes Δ_i varie de 0 à $N - 1$, la première composante Δ_0 étant égale à 0. Cette composante Δ_0 est égale en fait l'abscisse du premier senseur S_1 . Celui-ci étant pris comme origine, cette composante Δ_0 est nulle.

Un deuxième vecteur V_d est par exemple constitué de composantes d_i définies par la relation suivante, pour la composante d'ordre i :

$$d_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{D} \quad (4)$$

où y_{i+1} et y_i sont respectivement les coordonnées selon l'axe y des senseurs S_{i+1} d'ordre $i + 1$ et S_i d'ordre i

- D est la distance précitée.

L'indice des composantes d_i varie de 0 à $N - 1$, la première composante d_0 étant égale à 0, coordonnée selon l'axe y du premier senseur S_1 .

Les deux vecteurs précédents V_Δ, V_d correspondent par leur codage à une configuration du réseau de senseurs $S_1, S_2, \dots, S_N$.

La composante d_0 peut être retirée du deuxième

vecteur V_d , tout comme d'ailleurs la composante Δ_0 peut être retirée du premier vecteur V_Δ , aucun traitement n'étant appliqué par la suite à ces composantes.

Dans une troisième étape 33, un algorithme génétique est appliqué sur les deux vecteurs précédemment définis pour obtenir un diagramme d'antenne donné un génotype d'une configuration de réseau étant constitué de ces deux vecteurs. Le diagramme d'antenne définit un ensemble de paramètres ou contraintes qui correspondent, en regard d'un algorithme génétique à un phénotype. Partant, d'un phénotype donné, un algorithme génétique détermine un génotype donnant ce phénotype. Plusieurs types d'algorithmes génétiques connus de l'homme du métier peuvent être appliqués sur les deux vecteurs V_Δ, V_d représentant le génotype à déterminer.

Un algorithme génétique comporte un opérateur génétique. Un opérateur génétique a notamment pour fonction de combiner deux individus pour en créer un troisième. Selon l'invention, cet opérateur peut par exemple avoir la caractéristique telle que définie par la suite. Un individu étant représenté par son génotype, dans le cas du réseau des N senseurs, un individu correspond alors à l'ensemble des deux vecteurs précédents V_Δ, V_d . L'opérateur génétique ne combine les paramètres du senseur d'ordre i d'un premier individu avec les paramètres du senseur d'ordre i du deuxième individu que si la composante d_i du senseur du premier individu est proche de la composante d_i du senseur du deuxième individu. La composante d_i et la composante d'ordre i du deuxième vecteur V_d des vecteurs constituant le génotype d'un individu, c'est à dire d'une configuration de réseau de senseurs. Les paramètres associés à un senseur d'ordre i sont les composantes s_i et d_i d'ordre i respectivement du premier vecteur V_Δ et du deuxième vecteur V_d . Le premier senseur S_1 et le N ème senseur S_N , qui constituent l'ensemble de senseurs les plus éloignés l'un de l'autre, sont exclus du traitement. Il est noté d'ailleurs que le codage effectué selon la deuxième étape 32 du procédé selon l'invention n'attribue pas de composantes Δ_N, d_N au N ème senseur.

Pour savoir si deux composantes d_i sont proches, une loi de probabilité peut par exemple être utilisée, un seuil définissant si deux composantes sont proches.

Un opérateur génétique qui agit tel que précédemment a notamment pour avantage de créer des recombinaisons efficaces dans la mesure où deux configurations de réseau proches engendrent une troisième configuration proche.

Après qu'un génotype satisfaisant a été obtenu, c'est à dire après l'obtention d'une configuration de réseau de senseurs qui donne le diagramme d'antenne souhaité, une opération de décodage est effectuée pour obtenir les coordonnées des senseurs à partir des deux vecteurs de génotype V_Δ, V_d .

Les coordonnées selon l'axe x d'un vecteur S_i d'ordre i sont définies par la relation suivante :

$$x_i = x_{i+1} + D \Delta_i \quad (5)$$

d'après la relation (3)

N étant le nombre total de senseurs, en partant de l'ordre N-1, on obtient la coordonnée selon l'axe x du senseur d'ordre N-1 :

$$X_{N-1} = X_N + D \Delta_i$$

- X_N est connu et égal par exemple à $\frac{D}{\sqrt{2}}$ comme étant l'abscisse du N^{ème} senseur, D étant la distance entre ce senseur et le premier senseur S_1 .
- S_i est connu, puisque défini par l'algorithme génétique.

Les coordonnées X_{N-2} , X_{N-3} , ..., X_2 des senseurs d'ordres inférieurs sont obtenus de façon analogue en partant du senseur d'ordre le plus élevé vers celui d'ordre 2.

Les coordonnées selon l'axe y d'un senseur S_i d'ordre i sont obtenues de façon analogue par la relation suivante :

$$y_i = y_{i+1} + D d_i \quad (6)$$

d'après la relation (4) et en partant du senseur d'ordre N-1 qui donne :

$$y_{N-1} = y_N + D d_i$$

vers les senseurs d'ordre décroissant, jusqu'à l'ordre 2.

Les avantages apportés par le procédé selon l'invention sont notamment ceux cités par la suite.

Les temps de calcul sont réduits par le codage effectué qui est minimal, dans la mesure où le nombre de paramètres de codage définissant les deux vecteurs de génotype V_Δ , V_d est le plus petit possible. Les temps de calcul sont encore réduits par le fait que ce n'est pas redondant, l'algorithme génétique utilisé, quel qu'il soit, ne perd donc pas son temps dans un espace déjà recherché. Enfin, ce codage est bien adapté au positionnement des senseurs d'un réseau d'antennes dans la mesure où il est invariant par certaines opérations simples telles qu'une translation ou une rotation. Ici encore cette propriété permet de gagner du temps de calcul puisque toutes les configurations de réseau qui ne diffèrent que par une translation et/ou une rotation peuvent être traitées par l'algorithme comme une seule et même configuration.

L'invention est aussi économique, car d'une part elle réduit les capacités et les temps de calcul nécessaires, et elle s'adapte d'autre part à l'utilisation d'algorith-

mes génétiques déjà mis en oeuvre sans nécessiter de développements spécifiques conséquents.

L'invention a été décrite pour l'application à un réseau de senseurs électromagnétiques, c'est à dire notamment en vue de réaliser un diagramme de réception donné. Elle peut néanmoins s'appliquer de la même façon pour un réseau d'émetteurs élémentaires en vue de réaliser un diagramme d'émission donné.

Le réseau de senseurs ou d'émetteurs peut être de divers types, il peut notamment être linéaire ou plan, disposé sur une surface plane ou quelconque, par exemple sphérique.

Revendications

1. procédé de positionnement de senseurs ou émetteurs électromagnétiques dans un réseau, caractérisé en ce qu'il consiste au moins :

- dans une première étape (31), à prendre comme origine d'un repère un (S_{i+1}) des deux senseurs (S_1 , S_N) les plus éloignés l'un de l'autre.
- dans une deuxième étape (33), à réaliser un codage des senseurs pour obtenir un premier vecteur (V_Δ) de composantes :

$$S_i = \frac{X_{i+1} - X_i}{D}$$

et pour obtenir un deuxième vecteur (V_d) de composantes :

$$d_i = \frac{Y_{i+1} - Y_i}{D}$$

où - i est l'indice associé à un senseur d'ordre i

- x_i , y_i sont les coordonnées du senseur (S_i) d'ordre i respectivement selon l'axe x et selon l'axe y du repère.
- x_{i+1} , y_{i+1} sont les coordonnées du senseur (S_{i+1}) d'ordre i+1 respectivement selon l'axe x et selon l'axe y du repère.
- D est la distance entre les deux senseurs (S_1 , S_N) les plus éloignés.
- dans une troisième étape (33), un génotype étant constitué des deux vecteurs précités (V_Δ , V_d), à appliquer un algorithme génétique sur ces vecteurs pour obtenir un diagramme d'antenne donné.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisée en ce que les senseurs (S_1 , S_2 , ..., S_N) sont ordonnés de façon à ce que leurs coordonnées selon l'axe x vérifie la relation suivante :

$$x_{i+1} - x_i > 0$$

où - x_i représente la coordonnée selon l'axe x du capteur (S_i) d'ordre i

5

- x_{i+1} représente la coordonnée selon l'axe x du capteur (S_{i+1}) d'ordre i+1.

3. procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le repère est octogonal. 10
4. procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée en ce que le capteur (S_1) choisi comme origine est tel que les coordonnées selon l'axe x des capteurs ($S_1, S_2, \dots, S_N$) sont positives. 15
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que dans la troisième étape (33), les paramètres du capteur d'ordre i d'une première configuration de réseau ne sont combinés qu'avec les paramètres du capteur d'ordre i d'une deuxième configuration que dans le cas où leurs composantes (d_i) selon le deuxième vecteur (V_d) sont proches, les paramètres d'un capteur (S_i) d'ordre i étant les composantes (Δ_i, d_i) d'ordre i des deux vecteurs (V_Δ, V_d). 20
25
30
6. procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le réseau est linéaire.
7. procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le réseau est plan. 35

40

45

50

55

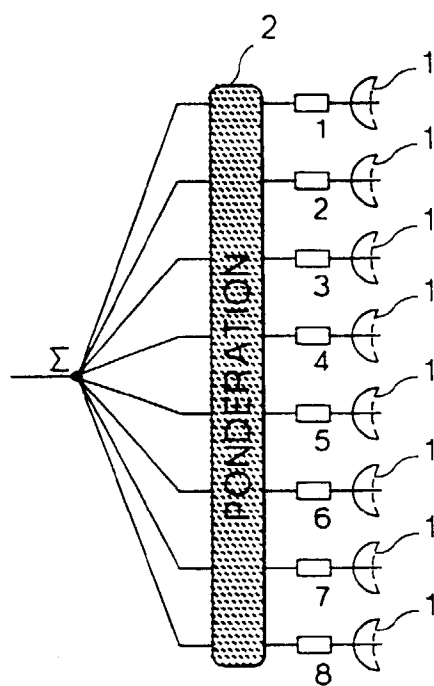


FIG.1

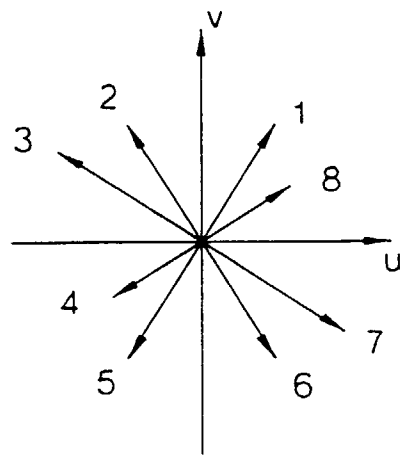


FIG.2

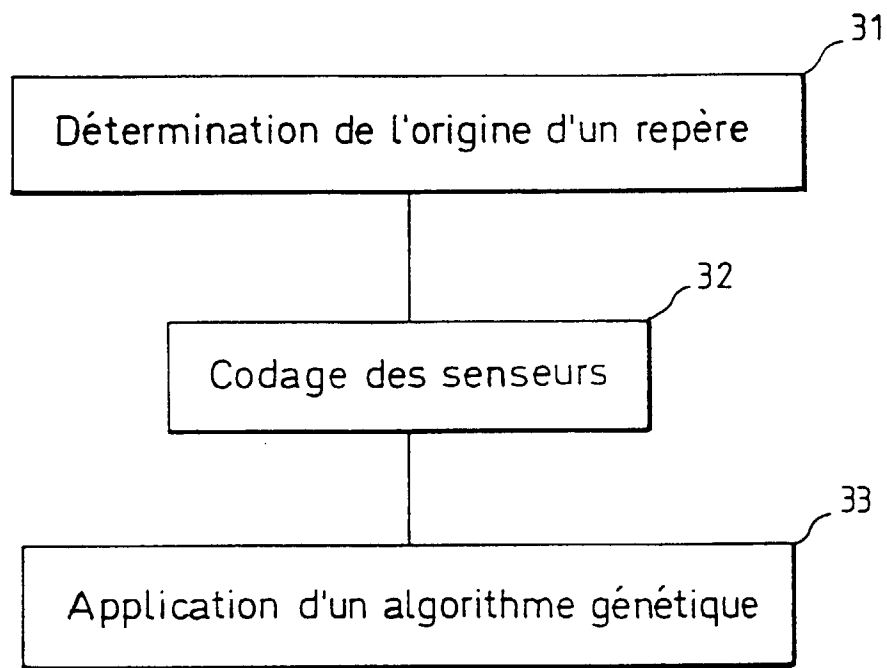


FIG.3

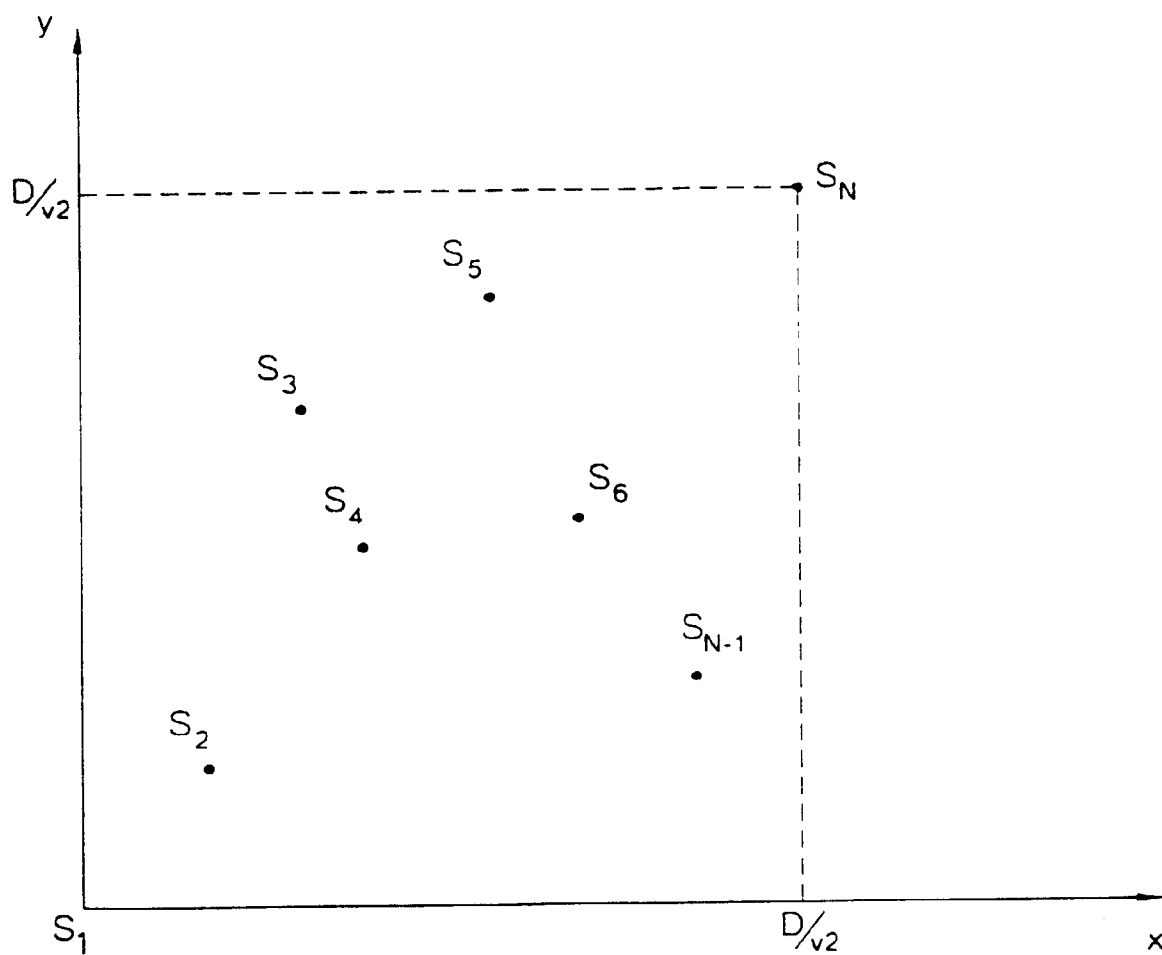


FIG.4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 97 40 2141

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
X	HAUPT R L: "AN INTRODUCTION TO GENETIC ALGORITHMS FOR ELECTROMAGNETICS" IEEE ANTENNAS AND PROPAGATION MAGAZINE, vol. 37, no. 2, 1 avril 1995, pages 7-15, XP000500846 * page 8, colonne de droite, ligne 15-24 * * page 8, colonne de gauche, ligne 20 - page 9, colonne de droite, ligne 20 * * page 10, colonne de droite, ligne 11-14 * * page 11, colonne de gauche, ligne 15-25 * * figures 1,8; tableaux 1,2 *	1-7	H01Q21/22 H01Q21/06
A	MURINO V ET AL: "SYNTHESIS OF UNEQUALLY SPACED ARRAYS BY SIMULATED ANNEALING" IEEE TRANSACTIONS ON SIGNAL PROCESSING, vol. 44, no. 1, 1 janvier 1996, pages 119-123, XP000557979 * figure 1 *	1,4	
A	HAUPT R L: "THINNED ARRAYS USING GENETIC ALGORITHMS" IEEE TRANSACTIONS ON ANTENNAS AND PROPAGATION, vol. 42, no. 7, 1 juillet 1994, pages 993-999, XP000457526 * page 996, colonne de gauche, ligne 39-50 * * figures 7,8 *	6,7	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6) H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 6 novembre 1997	Examineur Van Dooren, G
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03/82 (F04C02)