

Description

[0001] La présente invention concerne de manière générale un dispositif d'antenne, notamment pour station de télécommunication et plus particulièrement un dispositif d'antenne comprenant un arrangement périodique d'éléments rayonnants.

[0002] Les développements récents des systèmes d'antennes pour la téléphonie mobile ont mis en évidence un intérêt croissant pour les antennes dites « intelligentes ». Une telle antenne est constituée d'un réseau d'antennes élémentaires de pas inférieur ou égal à la demi-longueur d'onde de la fréquence de transmission, pouvant être utilisées aussi bien en émission qu'en réception. Selon le cas, les signaux d'entrée ou de sortie des antennes élémentaires sont déphasés et pondérés de manière à obtenir le diagramme de rayonnement souhaité. Ainsi, par exemple, une antenne intelligente équipant une station de base peut former un faisceau pointant dans la direction d'un terminal mobile et/ou supprimer une interférence provenant d'une direction déterminée.

[0003] On connaît également les systèmes de téléphonie mobile dits à diversité spatiale permettant de combattre l'évanouissement (fading) du signal dû à la propagation selon des trajets multiples. Ces systèmes utilisent une pluralité d'antennes, espacées typiquement de quatre à dix fois la longueur d'onde de la fréquence de transmission et mettent à profit le fait que les signaux reçus par des antennes suffisamment distantes sont décorrélés. Ainsi des signaux s'étant propagés selon plusieurs trajets jusqu'à une première antenne (première branche de diversité) donnant lieu à une interférence destructive, pourront en revanche donner lieu à une interférence constructive à une autre antenne (seconde branche de diversité). La diversité de réception est alors exploitée, par exemple en ce que l'on sélectionne, à un instant donné, la branche de diversité donnant le meilleur rapport signal sur bruit (Selective Combining) ou que l'on somme les différentes branches après les avoir pondérées par un gain égal au complexe conjugué du coefficient complexe d'atténuation sur la branche considérée (Maximal Ratio Combining).

[0004] Les réseaux d'antennes tels qu'évoqués plus haut s'accommodent mal d'un fonctionnement en diversité spatiale car les signaux reçus par deux antennes consécutives ne sont généralement pas suffisamment décorrélés. On peut alors penser à augmenter le pas du réseau, comme cela a été proposé dans l'article de H. Yoshinaga et al. intitulé « Performance of adaptive array antenna with widely spaced antenna éléments » paru dans Proceedings of VTC '99, pages 72-76. Cependant, l'augmentation du pas introduit inévitablement des lobes de réseau dans le diagramme de rayonnement, ce qui nuit à la sélectivité spatiale du système.

[0005] On sait, d'autre part, que les systèmes de télécommunications mobiles utilisent différentes fréquences de transmission, typiquement 900 MHz et 1800

MHz pour les systèmes GSM, 2GHz pour les futurs systèmes UMTS et des fréquences encore plus élevées, probablement dans la bande 20-30 GHz, pour la téléphonie mobile par satellite. Les réseaux d'antennes étant, on l'a vu, conçus pour une fréquence donnée, les antennes intelligentes déployées pour une génération de téléphonie mobile ne fonctionneront pas ou fort mal à la génération suivante. L'opérateur doit alors supporter à chaque génération le coût considérable d'un nouvel équipement.

[0006] Le but de l'invention est de proposer une antenne intelligente ne présentant pas les inconvénients précités, à savoir permettant aussi bien la formation de faisceau que la réception en diversité et pouvant facilement s'adapter à une nouvelle norme de téléphonie mobile.

[0007] A cet effet, le dispositif d'antenne selon l'invention comprend une pluralité d'éléments rayonnants disposés selon un arrangement périodique présentant au moins une périodicité spatiale, caractérisé en ce qu'il comporte des moyens de configuration d'antenne adaptés à faire varier la valeur de ladite périodicité spatiale en fonction des conditions de transmission.

[0008] Selon une première caractéristique de l'invention, le dispositif d'antenne comprend un formateur de faisceau adapté à former un faisceau dans au moins une première direction à partir des signaux d'entrée et/ou de sortie des éléments rayonnants.

[0009] Selon une seconde caractéristique de l'invention, le dispositif d'antenne comprend au moins un formateur de faisceau adapté à rejeter un signal interférent dans au moins une seconde direction à partir des signaux de sortie des éléments rayonnants.

[0010] Selon une troisième caractéristique de l'invention le dispositif d'antenne comprend un récepteur ou un émetteur adapté à recevoir ou à émettre en diversité spatiale.

[0011] Un autre mode de réalisation de l'invention comprend un système mixte apte à fonctionner soit comme formateur de faisceau soit comme récepteur en diversité spatiale, les moyens de configuration fixant le pas du réseau à une valeur inférieure ou égale à une demi-longueur d'onde lorsque le système mixte fonctionne comme formateur de faisceau et à une valeur sensiblement supérieure à la longueur d'onde lorsqu'il fonctionne comme récepteur en diversité spatiale.

[0012] Avantageusement, les moyens de configuration sont adaptés à placer l'antenne dans une configuration intermédiaire sans traitement d'antenne pendant la phase de variation de la périodicité spatiale.

[0013] Avantageusement encore, les moyens de configuration comprennent des moyens d'hystérésis ou de temporisation aptes à supprimer les changements intempestifs de ladite périodicité spatiale.

[0014] Selon une première variante de l'invention, les moyens de configuration comprennent au moins un rail dans lequel les supports des éléments rayonnants peuvent coulisser.

[0015] Selon une seconde variante de l'invention les éléments rayonnants sont constitués d'une pluralité d'antennes élémentaires. Les moyens de configuration comprennent une pluralité d'unités adaptées à pondérer et sommer un ensemble de signaux de sortie d'antennes élémentaires adjacentes, un commutateur dirigeant certains signaux de sortie desdites unités vers les entrées d'au moins un formateur de faisceau, la périodicité spatiale des éléments rayonnants étant modifiée en sélectionnant les signaux de sortie d'antennes élémentaires et les signaux de sortie de ces unités.

[0016] Avantageusement, les conditions de transmission sont une ou plusieurs caractéristiques de la transmission parmi le taux d'erreurs binaires, le taux d'erreurs paquets, le rapport puissance du signal à bruit plus interférence, la qualité de service, la puissance consommée par l'émetteur responsable de la transmission.

[0017] Enfin, le dispositif d'antenne selon l'invention peut être intégré dans un terminal mobile ou une station de base.

[0018] Les caractéristiques de l'invention mentionnées ci-dessus, ainsi que d'autres, apparaîtront plus clairement à la lecture de la description suivante d'exemples de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints parmi lesquels :

La Fig. 1 représente un dispositif d'antenne selon un premier mode de réalisation de l'invention ;

La Fig. 2 représente un dispositif d'antenne selon un second mode de réalisation de l'invention ;

La Fig. 3 représente un système mixte utile au premier mode de réalisation de l'invention ;

La Fig. 4 représente un premier dispositif de déplacement d'antenne utile à la réalisation de l'invention ;

La Fig. 5 représente un deuxième dispositif de déplacement d'antenne utile à la réalisation de l'invention ;

La Fig. 6 illustre un mode de réalisation de l'invention utilisant un troisième dispositif de déplacement d'antenne ;

La Fig. 7 illustre le fonctionnement du mode de réalisation de l'invention représentée en Fig. 6.

[0019] Le dispositif d'antenne selon l'invention comprend de manière générale un réseau d'antennes dont le pas est variable en fonction des conditions de transmission. Par réseau d'antennes on entend tout arrangement d'antennes présentant au moins une périodicité spatiale. En d'autres termes, le réseau peut être linéaire, circulaire, matriciel, hexagonal sans que la généralité de l'invention en soit affectée.

Par conditions de transmission on entend toute caractéristique de la transmission ou tout facteur pouvant l'affecter. Ce sera en premier lieu la fréquence de la porteuse utilisée. Ce sera ensuite le type de la propagation : propagation à forte ou faible diversité spatiale, propagation à trajets multiples avec composante

en ligne directe ou spéculaire (modèle de Rice) ou dépourvue d'une telle composante (modèle de Rayleigh). Ce sera aussi la présence ou l'absence de sources interférentes. Ce sera encore d'autres facteurs influençant ou caractérisant le taux d'erreurs (binaires ou paquets) comme par exemple le rapport puissance du signal à bruit plus interférence (SIR), la qualité de service (QoS).

[0020] Les conditions de transmission énoncées ci-dessus de manière non limitative peuvent faire préférer un mode d'utilisation du réseau selon un mode de réception (ou d'émission) en diversité spatiale ou un mode de formation de faisceau. Par exemple, si le réseau d'antennes d'une station de base reçoit un signal d'un terminal mobile ayant subi une dispersion de Rayleigh, il pourra y avoir avantage à opter pour une configuration en diversité spatiale. En revanche si des sources interférentes sont présentes ou si le système doit fonctionner en accès multiple par division spatiale (SDMA), il y aura lieu d'opter pour la configuration en formation de faisceau. Le choix de la configuration dépend du niveau de performance de la transmission en terme de taux d'erreurs binaires ou paquets, de rapport puissance du signal à bruit plus interférence (SIR), de qualité de service (QoS) ou de puissance consommée par l'émetteur. Dans certains cas, ce niveau de performance est prévisible: par exemple, dans le cas d'une propagation du signal sans dispersion de type Rice et en l'absence de signaux interférents, il y aura intérêt à opter pour une configuration en formation de faisceau, tant à l'émission qu'à la réception, ce afin de minimiser la puissance consommée par l'émetteur. Dans d'autres cas encore, le choix de la configuration sera fondé sur des résultats de simulation ou des statistiques d'utilisation. En l'absence de tels critères, le choix dépendra de mesures en temps réel effectuées pour l'une et/ou l'autre configuration .

[0021] Si le système opte pour une configuration en formation de faisceau, le pas du réseau sera fixé à une valeur inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde de la fréquence porteuse utilisée pour la transmission alors que si le système opte pour la configuration en diversité spatiale, le pas du réseau sera fixé à une valeur supérieure à la longueur d'onde.

[0022] Le dispositif d'antenne selon l'invention fonctionne bien entendu aussi bien en réception qu'en émission. Ceci se conçoit aisément lorsqu'un faisceau est dirigé vers une station émettrice ou réceptrice mais s'applique tout aussi valablement dans le cadre de la diversité spatiale. Ainsi lorsque l'environnement d'une station de base n'est pas propice à la propagation selon des trajets multiples, le réseau d'antennes peut être configuré de manière à introduire de la diversité spatiale à l'émission en augmentant son pas.

[0023] La Fig. 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation de l'invention. Le réseau constitué d'antennes $110_1 \dots 110_n$ est ici, à titre d'exemple, un réseau linéaire mais un réseau d'un autre type aurait pu être utilisé. Le dispositif d'antenne a été illustré

en mode de réception. Les signaux de sortie des antennes 110_i sont transmis par les duplexeurs 120_i aux entrées d'amplificateurs à faible bruit (LNA) 130_i . Après amplification, les signaux sont fournis à un module 140 de traitement d'antenne qui peut être soit un formateur de faisceau BF, soit un récepteur en diversité spatiale DR si seule l'une ou l'autre configuration est autorisée, soit encore un système mixte permettant l'une et l'autre comme nous le verrons plus loin. En mode d'émission, les signaux issus du module 140 sont dirigés vers les amplificateurs de puissance 131_i puis vers les duplexeurs 120_i avant d'être envoyés sur les antennes 110_i . Le dispositif comprend en outre un module 160 analysant les conditions de transmission et choisissant, le cas échéant, entre une configuration en formation de faisceau et une configuration en diversité spatiale. L'algorithme de décision présentera avantageusement une hystérésis ou respectera une temporisation après commutation afin d'éviter les changements de configuration intempestifs. Le module 160 fournit au module de calcul 170 les paramètres permettant de calculer les déphasages et les coefficients de pondération nécessaires au formateur de faisceau ainsi que les coefficients complexes de gains de fading nécessaires au récepteur en diversité. Bien que le système représenté ne comporte qu'un seul formateur de faisceau, il va de soi cependant que plusieurs formateurs de faisceau travaillant en parallèle pour former des faisceaux dans des directions différentes sont envisageables. Dans ce cas, le module de calcul fournit les déphasages et coefficients de pondération à tous les formateurs. Enfin, le module 160 fournit au contrôleur de position des antennes la valeur de pas de réseau à adopter. Le module 160 transmet les signaux nécessaires au(x) dispositif(s) de déplacement d'antenne afin que les antennes soient positionnées selon le pas souhaité.

[0024] Les signaux de sortie du formateur de faisceau sont par exemple dirigés vers un dispositif d'égalisation ou vers un décodeur de canal. Plus généralement, le traitement d'antenne peut être imbriqué avec d'autres fonctions de traitement du signal en bande de base. Ainsi l'égalisation peut aussi être effectuée branche par branche (configuration en diversité) ou voie par voie (configuration en formation de faisceau), préalablement au traitement d'antenne.

[0025] La Fig. 2 représente schématiquement un second mode de réalisation de l'invention. Le dispositif comprend un réseau 210 constitué d'antennes $210_1 \dots 210_n$, couplées à travers des duplexeurs $220_1 \dots 220_n$ à un étage d'amplification faible bruit 230. Les signaux amplifiés sont ensuite dirigés au moyen de commutateurs $S_1 S_2 \dots S_n$ vers un (ou des) formateur(s) de faisceau 241 ou bien vers un récepteur travaillant en diversité spatiale 242. L'état des commutateurs est commandé par un module 260 analysant les conditions de transmission. Ce module fournit également au contrôleur de positionnement des antennes la valeur du pas de réseau à adopter. Il transmet en outre à un premier module

de calcul 271 un jeu de paramètres permettant de déterminer les déphasages et les coefficients de pondération requis pour la formation de faisceau. Ces paramètres sont par exemple la direction d'arrivée du signal à recevoir, la direction d'arrivée d'un signal interférent, la largeur de lobe du faisceau, l'erreur quadratique moyenne ou l'erreur instantanée entre le signal reçu et un signal de référence. Il fournit à un second module de calcul 272 les paramètres nécessaires à l'estimation des gains complexes de fading à appliquer aux signaux des différentes antennes.

[0026] Le passage d'un mode de configuration à l'autre se fait en basculant les commutateurs et en modifiant le pas du réseau. Pour la formation de faisceau le pas du réseau est fixé à une valeur inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde de la fréquence porteuse utilisée alors que pour la réception en diversité spatiale un pas sensiblement supérieur à la longueur d'onde, typiquement de 4 à 10 fois sa valeur, sera retenu. La modification du pas n'étant pas instantanée, il importe de réduire les transitoires lors de la commutation. Pour ce faire, la commutation est préparée de la manière suivante. Supposons le cas d'un passage de configuration en formation de faisceau à une configuration en diversité spatiale ou à une autre configuration de faisceau avec pas de réseau différent. Les déphasages sont basculés, ou plus avantageusement progressivement amenés à la valeur nulle et les coefficients de pondération à la valeur 1, entraînant un élargissement et un dépointage du faisceau (ou des faisceaux). Ainsi par exemple, si le réseau est du type circulaire, on passera d'un diagramme sectoriel à un diagramme omnidirectionnel. Si le réseau ne couvre qu'un secteur, on passera de même d'un diagramme à lobe étroit à un diagramme sectoriel. Lorsque le traitement d'antenne (ici la formation de faisceau) est ainsi supprimé, le dispositif est peu sensible à une variation du pas du réseau et la modification du pas peut intervenir sans risque de génération de valeurs aberrantes.

[0027] Si la configuration d'arrivée est également une formation de faisceau, le dispositif fait passer les déphasages et les coefficients de pondération à leurs nouvelles valeurs calculées par le module 271.

[0028] Si la configuration d'arrivée est la diversité spatiale, le dispositif bascule les commutateurs S_i et applique le traitement de diversité spatiale.

[0029] La Fig. 3 représente un système mixte pouvant être utilisé dans la réalisation du dispositif d'antenne illustré en Fig. 1. Le bloc 140 de la Fig. 1 comprend une pluralité de modules 300_k et un couple de sommateurs 360, 361. La structure du module 300_k découle de la constatation que certaines opérations effectuées pour la formation de faisceau et pour la réception en diversité sont analogues. Le signal $r_k(t)$ en sortie du LNA 130_k subit d'abord une démodulation en quadrature au moyen des multiplicateurs 310 et 311 puis un filtrage passe-bas grâce aux filtres 330 et 331 qui éliminent les composantes à $2f_c$. Le signal complexe r_k de compo-

santes r_k^I et r_k^Q est ensuite multiplié par une valeur complexe G_k de composantes G_k^I et G_k^Q pour obtenir un produit complexe de composantes $r_k^I * G_k^I - r_k^Q * G_k^Q$ et $r_k^I * G_k^Q + r_k^Q * G_k^I$. Les produits complexes issus des modules 300_k sont sommés par les sommateurs 360 et 361 et la somme résultante est dirigée vers les sorties I et Q du module 140. Si la configuration de formation de faisceau est sélectionnée la valeur complexe G_k est choisie égale à $\rho_k \exp(-j\Phi_k)$ où ρ_k est le coefficient de pondération et Φ_k de déphasage applicable à l'antenne k. Les modules 300_k associés aux sommateurs 360 et 361 opèrent alors comme un formateur de faisceau en bande de base conventionnel. En revanche si la configuration en diversité est retenue, la valeur complexe G_k est choisie égale à g_k^* où g_k est le gain complexe de fading associé à l'antenne k. La combinaison des modules 300_k, des sommateurs 360 et 361, fonctionnent alors comme un récepteur en diversité de type MRC (Maximum Ratio Combining). Bien entendu, d'autres types de traitement de diversité sont envisageables : ainsi l'on pourra choisir $G_k = G * \delta(k - k_0)$ où k_0 est l'indice de la branche donnant le meilleur rapport sur bruit (Selective Combining) ou bien encore $G_k = G \forall k$ où G est un gain donné.

[0030] Le passage d'une configuration à l'autre et de manière plus générale le changement du pas du réseau est préparée en fixant les coefficients G_k à la valeur 1, ou plus avantageusement, en amenant progressivement, dans une phase initiale, les coefficients G_k à la valeur 1 afin d'éviter tout phénomène transitoire. Le pas du réseau est ensuite modifié dans une phase intermédiaire. Après le changement du pas, les coefficients G_k sont fixés à leurs nouvelles valeurs de consigne, ou plus avantageusement amenés progressivement, dans une phase finale, à leurs nouvelles valeurs de consigne afin d'éviter tout phénomène transitoire. Dans le cas où le module 300_k est réalisé de manière numérique, par exemple au moyen de convertisseurs A/D en sortie des filtres 330 et 331, la phase initiale et la phase finale peuvent évidemment être instantanées. Cependant si l'on souhaite éviter tout effet transitoire en aval du module 300_k, un lissage sera avantageusement utilisé dans la phase initiale et la phase finale.

[0031] La Fig. 4 représente un premier dispositif mécanique de déplacement des antennes d'un réseau. Le dispositif comprend un rail 400 ayant un profil en U dont les bords sont recourbés vers le centre du rail et dans lequel peuvent se déplacer des supports d'antennes 410. Un glissement aisé est assuré par des rouleaux (non représentés) équipant le fond et les parois intérieures du rail ou tout autre moyen équivalent. Sur chaque support d'antenne est fixée une patte 430 possédant à son extrémité libre un passage fileté 431. Des moteurs 440 entraînent en rotation des vis sans fin 420 tournant dans les passages filetés 431. Ainsi, en commandant les moteurs 440 de manière appropriée, les supports d'antenne peuvent être translatés de manière à respecter un espacement donné.

[0032] La Fig. 5 représente un second dispositif mécanique de déplacement des antennes d'un réseau. Les supports d'antenne 510 peuvent à aussi glisser à l'intérieur d'un rail 500. Pour chaque support sont prévues deux lames 520 pouvant pivoter autour d'un axe 530. Les lames d'un support sont reliées en leurs extrémités par des axes 540 aux extrémités des lames des supports adjacents. L'ensemble des lames forme donc un treillis comprimable ou dépliable à volonté tout en garantissant un espacement identique entre les différentes antennes. La compression ou l'expansion du treillis est assurée par une vis sans fin entraînée par un moteur et un passage fileté solidaire du support d'antenne à une extrémité mobile du treillis. La seconde extrémité peut être fixe ou également mobile. Dans ce dernier cas, les deux extrémités mobiles seront avantageusement équipées toutes deux du dispositif de déplacement. Il est clair que d'autres dispositifs peuvent être envisagés selon le type du réseau. Par exemple si le réseau est matriciel, plusieurs rails parallèles seront employés et l'écartement inter-rail sera réglé au moyen de dispositifs à vis sans fin ou à treillis déformable comme décrits en Figs. 4 et 5. Si le réseau est circulaire, des dispositifs de déplacement d'antenne sur crémaillère en arc de cercle ou au moyen d'un mécanisme de type parapluie sont également envisageables.

[0033] La Fig. 6 illustre un mode de réalisation de l'invention utilisant un dispositif électronique de variation du pas du réseau. Ce dispositif se prête bien aux applications nécessitant une reconfiguration rapide. Pour des raisons de clarté, les duplexeurs et les amplificateurs bas bruit n'ont pas été représentés. Le dispositif est constitué d'un grand nombre d'antennes élémentaires 611_j, par exemple des antennes à fente (slot antennas) ou des antennes de type microstrip, chaque antenne élémentaire 611_j étant reliée à un ensemble des unités de groupage 620_{j-k, ..., 620_{j+k}}. De manière équivalente, chaque unité de groupage 620_j reçoit sur ses entrées les signaux des antennes élémentaires 611_{j-k, ..., 611_{j+k}}. La sortie de chaque unité de groupage est reliée à un commutateur 630 dirigeant certaines sorties d'unités de groupage (en fait les sorties des unités actives comme nous le verrons plus loin) vers les entrées du formateur de faisceau 640 (voire à des formateurs de faisceau opérant en parallèle) ou à un récepteur à diversité spatiale ou bien encore à un système mixte comme vu plus haut. Le rôle des circuits de groupage est de simuler un réseau de pas désiré. Le fonctionnement des circuits de groupage est expliqué en Fig. 7. Trois exemples de simulation de pas de réseau A, B, C y sont représentés. En abscisse sont portés les numéros d'ordre j des antennes élémentaires et en ordonnées sont portées des valeurs de coefficients de pondération. L'exemple A est un cas simple où les antennes élémentaires sont groupées par paquets de même taille q. Le pas du réseau équivalent est alors q*d où d est le pas du réseau de base. Les signaux de sortie des antennes élémentaires subissent tous la même pondération dans les unités de

groupage avant d'y être sommés. Au dessous de la ligne des abscisses ont été indiquées les unités de groupage actives sous la forme C_z^j où j est l'indice de l'unité 620_j active et z est un sous-ensemble de $(-k, -k+1, \dots, 0, k-1, k)$ des connexions retenues pour la pondération, les autres étant multipliées par un coefficient nul ou inhibées. L'exemple B montre la réalisation d'un réseau équivalent de pas de forme $(2p+1)d/2$ où p est un entier. Le réseau est simulé en alternant des paquets de p et de $p+1$ antennes élémentaires. La différence de niveau de pondération entre les paquets de p et de $p+1$ éléments est due à la normalisation en fonction du nombre d'antennes élémentaires par paquet. Enfin l'exemple C illustre le cas général où l'on souhaite simuler un réseau de pas fractionnaire d^*q/p avec q, p entiers et $q > p$. On détermine tout d'abord la distribution d'amplitude D correspondant au diagramme de rayonnement désiré d'une antenne équivalente 610_j, par exemple au moyen d'une transformée de Fourier inverse. Cette distribution est répétée à la périodicité souhaitée et les coefficients de pondération sont obtenus comme les valeurs de cette distribution prises aux points du réseau de base. Les valeurs sont ensuite normalisées (non représentées) pour que la puissance reçue par paquet soit constante. Pour des raisons de simplification, la distribution illustrée est triangulaire bien qu'en pratique elle sera gaussienne ou correspondra à une portion de sinus cardinal. Pour chaque antenne équivalente l'ensemble des $2k+1$ points de plus forte amplitude sont retenus pour la pondération et cet ensemble détermine l'unité de groupage qui sera active pour cette antenne. Bien que les coefficients de pondération illustrés soient réels, il est clair qu'en général ces coefficients seront complexes de manière à prendre en compte les différences de phase entre antennes élémentaires pour un angle d'incidence donné. Dans ce dernier cas, toutefois, le fonctionnement en mode multifaisceau nécessiterait la réplique de l'étage de groupage pour chaque formateur de faisceau.

[0034] Bien que certaines fonctionnalités de l'invention aient été représentées sous une forme de traitement analogique, il est bien entendu qu'elles peuvent être implémentées de manière numérique et être exécutées par des processeurs numériques dédiés ou universels.

Revendications

1. Dispositif d'antenne, notamment pour station de télécommunication, apte à émettre ou à recevoir un signal, comprenant une pluralité d'éléments rayonnants $(110_j, 210_j, 610_j)$ disposés selon un arrangement périodique présentant au moins une périodicité spatiale (P) , **caractérisé en ce qu'il** comporte des moyens de configuration d'antenne $(150, 160, 170, 250, 260, 271, 272)$ adaptés à faire varier la valeur de ladite périodicité spatiale en fonc-

tion des conditions de transmission.

2. Dispositif d'antenne selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un formateur de faisceau $(140, 241)$ adapté à former un faisceau dans au moins une première direction à partir des signaux d'entrée et/ou de sortie desdits éléments rayonnants.
3. Dispositif d'antenne selon la revendication 1 ou 2 **caractérisé en ce qu'il** comprend au moins un formateur de faisceau $(140, 241)$ adapté à rejeter un signal interférent dans au moins une seconde direction à partir des signaux de sortie desdits éléments rayonnants.
4. Dispositif d'antenne selon la revendication 2 ou 3, **caractérisé en ce que**, la transmission du signal se faisant sur une fréquence porteuse, lesdits moyens de configuration fixent ladite périodicité spatiale à une valeur inférieure ou égale à la demi-longueur d'onde de ladite fréquence porteuse.
5. Dispositif d'antenne selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'il** comprend un récepteur ou un émetteur $(140, 242)$ adapté à recevoir ou à émettre en diversité spatiale.
6. Dispositif d'antenne selon la revendication 5, **caractérisé en ce que**, la transmission se faisant sur une fréquence porteuse, les moyens de configuration fixent ladite périodicité spatiale à une valeur supérieure à la longueur d'onde de ladite fréquence porteuse.
7. Dispositif d'antenne selon les revendications 2 ou 3 et 4 ou 5 **caractérisé en ce qu'il** comprend une pluralité de commutateurs (S_j) dirigeant les signaux d'entrée ou sortie d'antenne soit vers le formateur de faisceau (241) soit vers l'émetteur ou le récepteur (242) en diversité spatiale, les moyens de configuration fixant le pas du réseau à une valeur inférieure ou égale à une demi-longueur d'onde de la fréquence porteuse des signaux lorsque ceux-ci sont commutés vers le formateur de faisceau et à une valeur supérieure à ladite longueur d'onde s'ils sont commutés vers l'émetteur ou le récepteur en diversité spatiale.
8. Dispositif d'antenne selon la revendication 1 **caractérisé en ce qu'il** comprend un système mixte (140) apte à fonctionner soit comme formateur de faisceau soit comme récepteur en diversité spatiale, les moyens de configuration fixant le pas du réseau à une valeur inférieure ou égale à une demi-longueur d'onde lorsque le système mixte fonctionne comme formateur de faisceau et à une valeur supérieure à la longueur d'onde lorsqu'il fonctionne comme ré-

cepteur en diversité spatiale.

9. Dispositif d'antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de configuration sont adaptés à placer l'antenne dans une configuration intermédiaire sans traitement d'antenne pendant la phase de variation de ladite périodicité spatiale. 5
10. Dispositif d'antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens de configuration comprennent des moyens d'hystérésis ou de temporisation aptes à supprimer les changements intempestifs de ladite périodicité spatiale. 10
11. Dispositif d'antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que**, les éléments rayonnants étant fixés sur des supports (410,510), les moyens de configuration comprennent au moins un rail (400,500) dans lequel les supports des éléments rayonnants peuvent coulisser. 15 20
12. Dispositif d'antenne selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moyens de configuration comprennent une pluralité de vis sans fin (420) engagées dans des passages filetés (431) solidaires des supports des éléments rayonnants, l'espacement entre les éléments rayonnants variant en fonction de la rotation desdites vis. 25 30
13. Dispositif d'antenne selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** les moyens de configuration comprennent un treillis déformable (520,540) dont les noeuds (530) sont reliés aux supports des éléments rayonnants, l'espacement entre éléments rayonnants variant en fonction de la compression ou de l'expansion dudit treillis. 35
14. Dispositif d'antenne selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments rayonnants (610_j) sont constitués d'une pluralité d'antennes élémentaires (611_j). 40
15. Dispositif d'antenne selon la revendication 14, **caractérisé en ce que** les moyens de configuration comprennent une pluralité d'unités (620_j) adaptées à pondérer et sommer un ensemble de signaux de sortie d'antennes élémentaires adjacentes (611_{j-k},...,611_{j+k}), un commutateur (630) dirigeant certains signaux de sortie desdites unités vers les entrées d'au moins un formateur de faisceau (640), la périodicité spatiale des éléments rayonnants étant modifiée en sélectionnant les signaux de sortie d'antennes élémentaires et les signaux de sortie desdites unités. 45 50 55
16. Dispositif d'antenne pour station de télécommunication selon l'une des revendications précédentes,

caractérisé en ce que lesdites conditions de transmission sont une ou plusieurs caractéristiques de la transmission parmi le taux d'erreurs binaires, le taux d'erreurs paquets, le rapport puissance du signal à bruit plus interférence, la qualité de service, la puissance consommée par l'émetteur responsable de la transmission.

17. Terminal mobile comprenant un dispositif d'antenne selon l'une des revendications précédentes.
18. Station de base comprenant un dispositif d'antenne selon l'une des revendications 1 à 16.

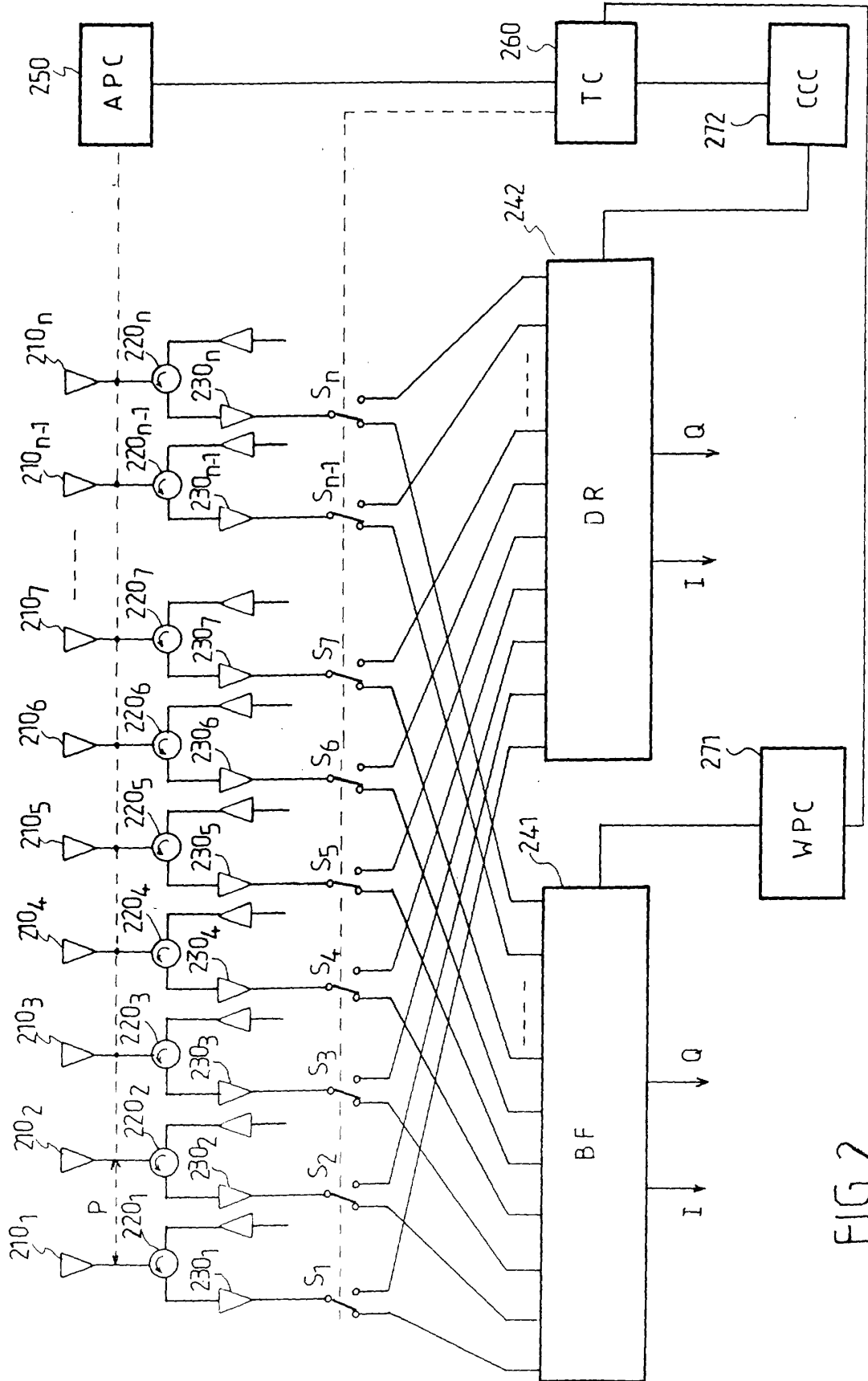


FIG. 2

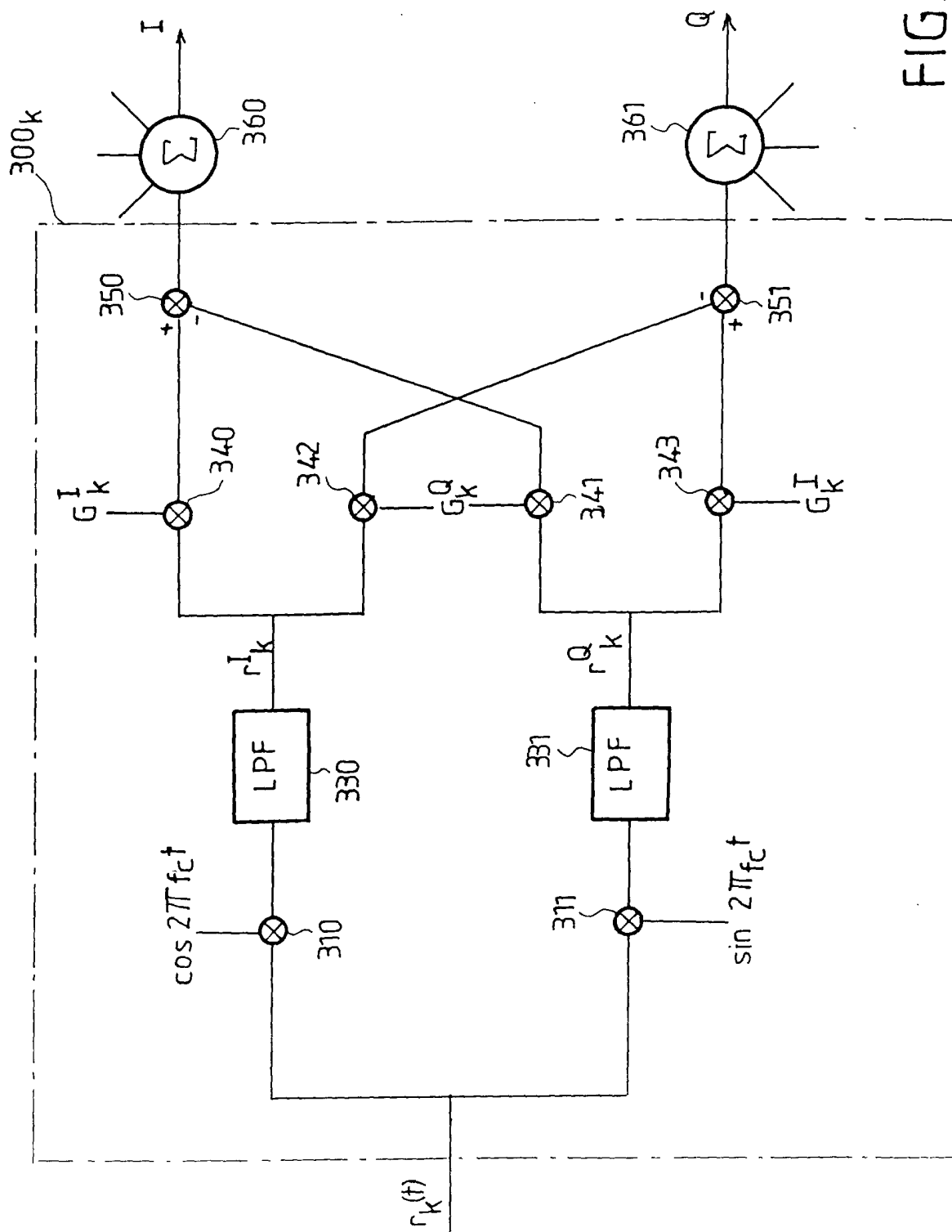


FIG. 3

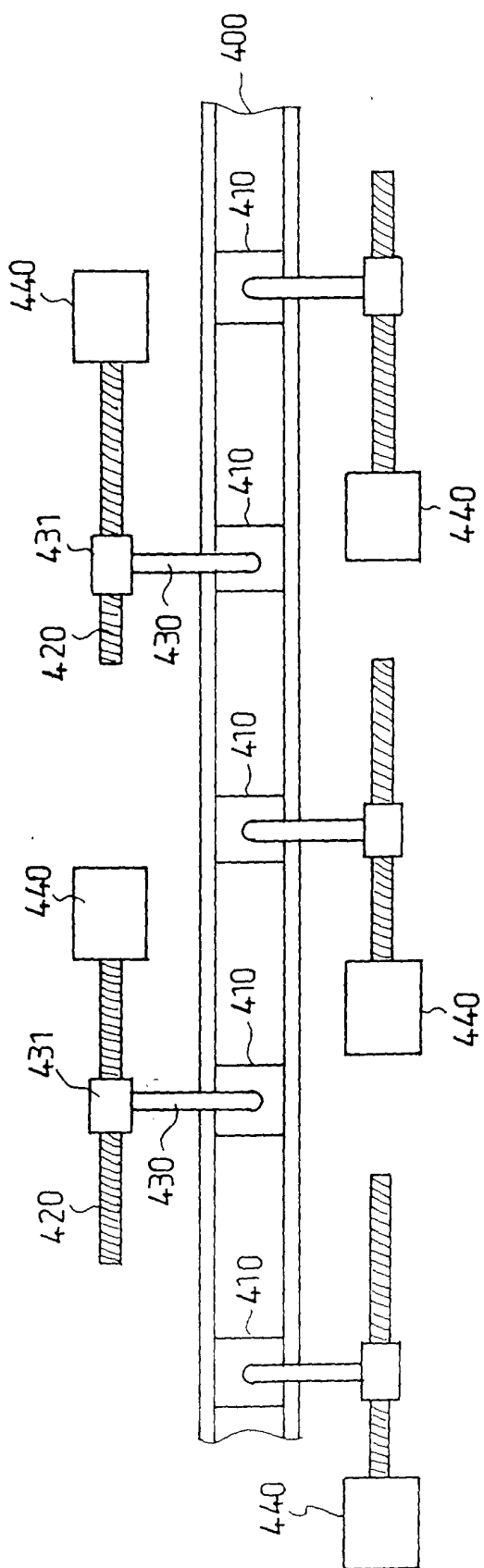


FIG. 4

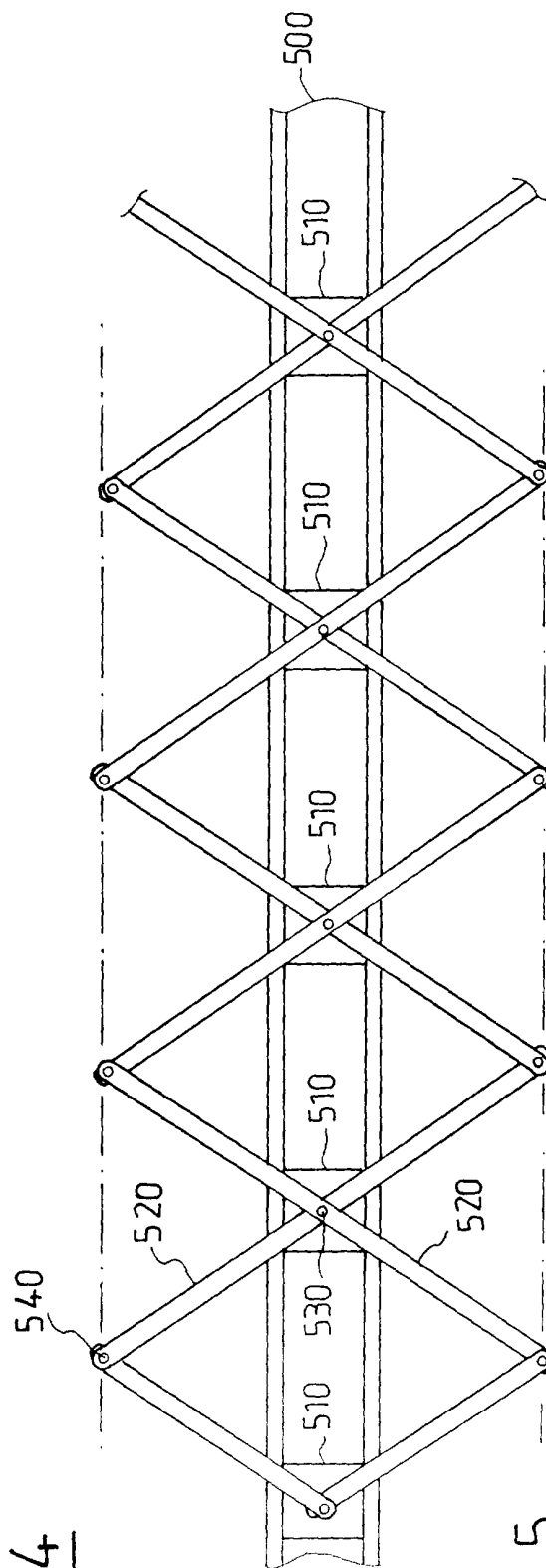


FIG. 5

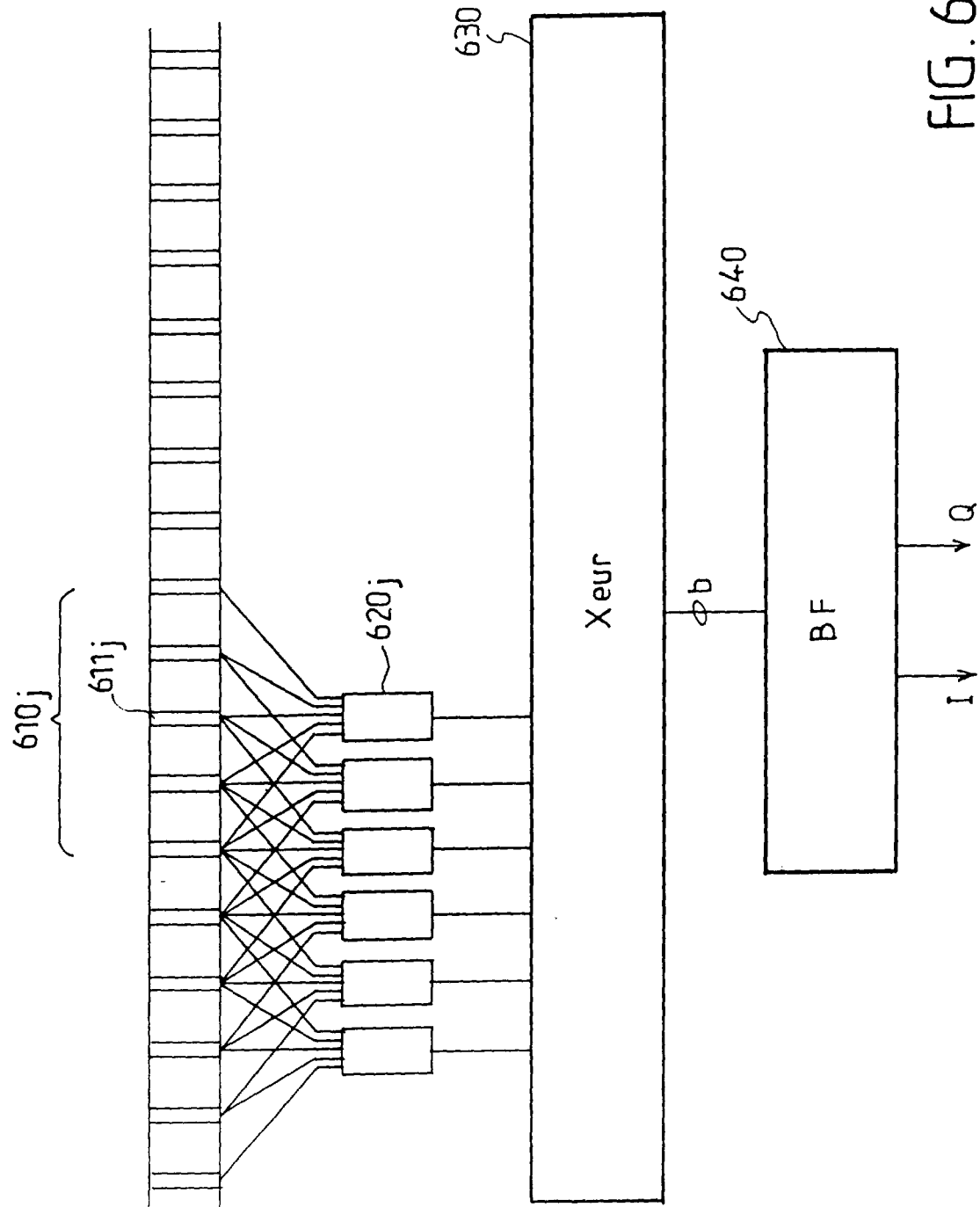


FIG. 6

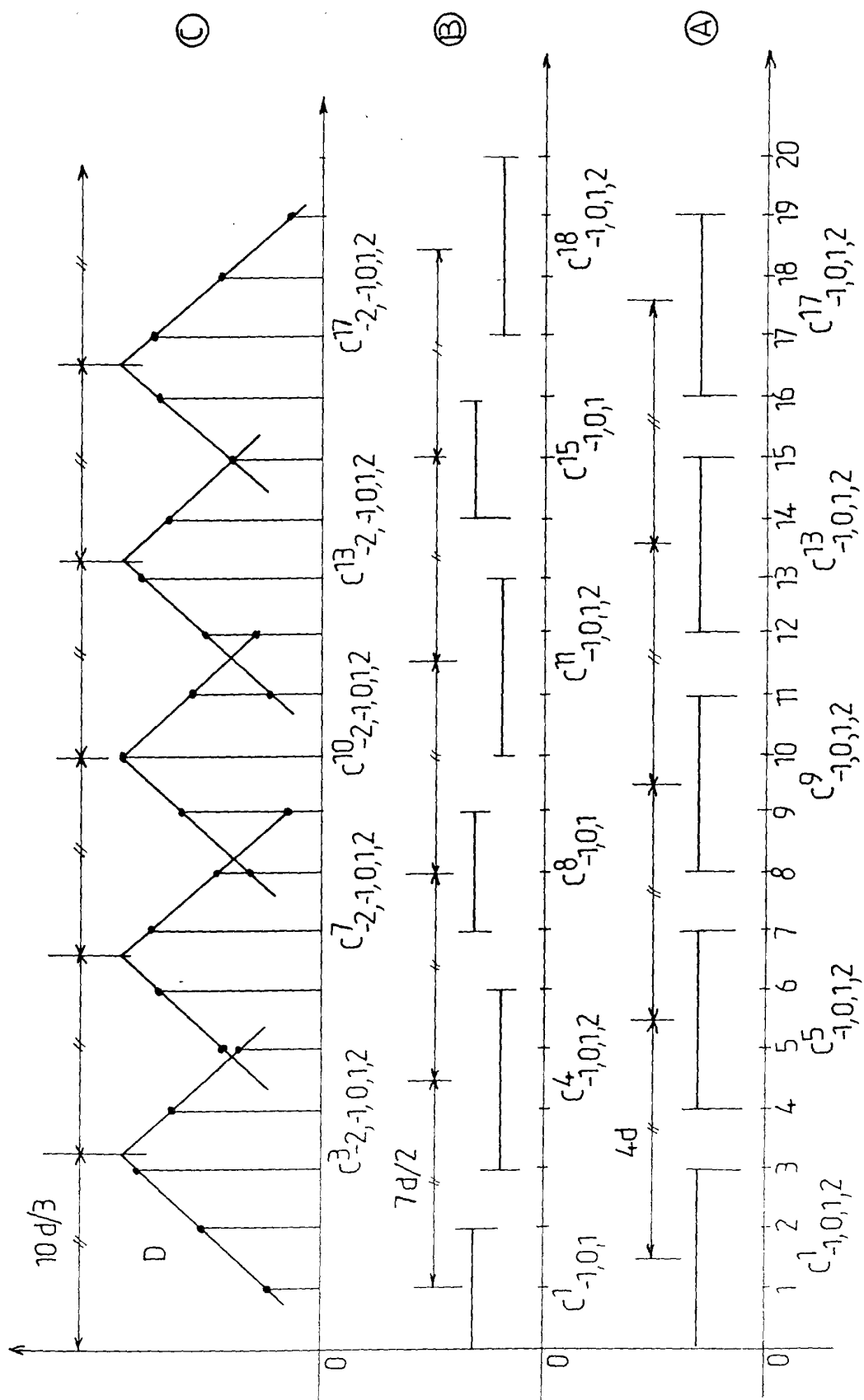


FIG. 7



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 01 40 1513

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
X	EP 0 437 372 A (ROCKWELL INTERNATIONAL CORP) 17 juillet 1991 (1991-07-17) * page 3, ligne 40 - page 5, ligne 46 * ---	1,5,14, 17	H01Q21/22 H01Q1/24 H01Q21/08 H01Q3/04 H01Q3/22
A	US 5 726 662 A (HOPWOOD FRANCIS W) 10 mars 1998 (1998-03-10) * abrégé * -----	1-18	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 2 octobre 2001	Examineur Wattiaux, V
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 01 40 1513

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

02-10-2001

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0437372 A	17-07-1991	US 5021792 A	04-06-1991
		DE 69112085 D1	21-09-1995
		DE 69112085 T2	18-04-1996
		EP 0437372 A2	17-07-1991

US 5726662 A	10-03-1998	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82