



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
23.04.2003 Bulletin 2003/17

(51) Int Cl.7: **H01Q 1/02**, H01Q 3/26,
H01Q 21/00, H01Q 1/36

(21) Numéro de dépôt: **02292482.3**

(22) Date de dépôt: **08.10.2002**

(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**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: **Thales**
75008 Paris (FR)

(72) Inventeur: **Checkroun, Claude,**
Thales Intellectuel Property
94117 Arcueil Cédex (FR)

(30) Priorité: **12.10.2001 FR 0113195**

(54) **Antenne à balayage électronique**

(57) La présente invention concerne une antenne à balayage électronique à puissance dissipée réduite.

L'antenne comporte un ensemble de modules (1) actifs à l'émission et passifs à la réception, les circuits de réception étant placés dans un récepteur cryogénique (9).

Dans un mode de réalisation, un module actif est composé d'une voie d'émission comportant au moins un

déphaseur (4) et une antenne élémentaire (2) et d'une voie de réception comportant au moins un déphaseur (10) et une antenne élémentaire (2). Les voies de réception des modules sont reliées au récepteur cryogénique (9) par un circuit de distribution (11).

L'invention s'applique notamment pour les antennes actives de systèmes d'émission et de réception d'ondes électromagnétiques tels que des radars par exemple.

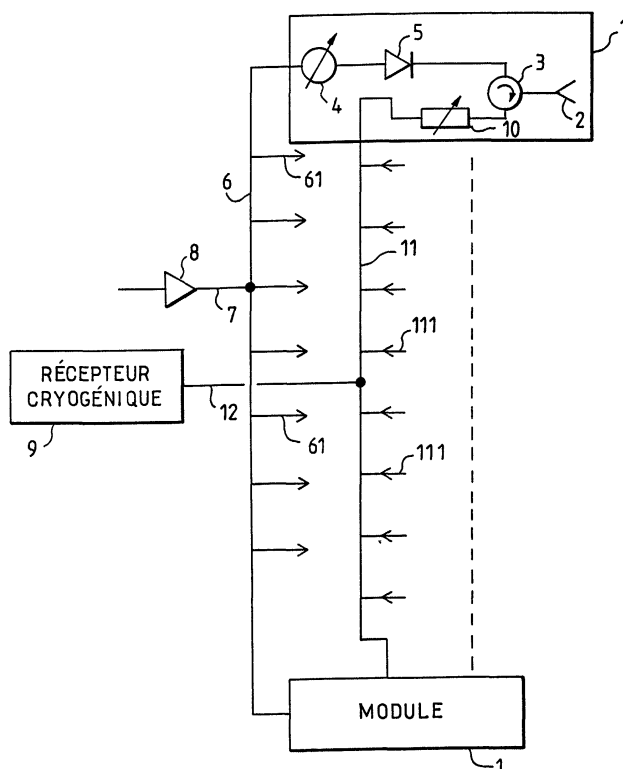


FIGURE UNIQUE

Description

[0001] La présente invention concerne une antenne à balayage électronique à puissance dissipée réduite. Elle s'applique notamment pour les antennes actives de systèmes d'émission et de réception d'ondes électromagnétiques tels que des radars par exemple.

[0002] Les antennes à balayage électronique sont couramment constituées d'un ensemble d'éléments rayonnants émettant une onde hyperfréquence dont la phase est électroniquement commandable, indépendamment pour chaque élément ou groupe d'éléments. A cet effet un déphaseur commandable est associé à chaque élément ou groupe d'éléments. Plus généralement un circuit d'émission est associé à chaque élément. Outre un déphaseur, ce circuit comprend par exemple un amplificateur destiné à amplifier l'onde à émettre. Une telle solution peut notamment éviter l'utilisation d'un émetteur central à tube. La commande des déphasages des signaux émis par les éléments rayonnants permet en particulier d'orienter les faisceaux d'émission de l'antenne, cela de façon connue.

[0003] Les éléments rayonnants, à structure d'antenne élémentaire, captent par ailleurs les signaux de réception, notamment les échos des signaux émis dans le cas d'applications radar. Un circuit de réception est donc aussi associé à chaque élément rayonnant ou groupe d'éléments. Les circuits de réception comportent des déphaseurs commandables notamment pour commander l'orientation des faisceaux de réception.

[0004] Les avantages d'une antenne active, notamment à balayage électronique sont bien connus. A la simplification mécanique s'ajoute l'agilité des faisceaux d'antennes ainsi que la souplesse d'utilisation, d'entretien ou de mise au point qui découle de la structure modulaire de l'antenne.

[0005] Cette structure modulaire impose néanmoins un grand nombre de composants associés à chaque élément rayonnant, en émission et en réception. Le nombre de ces éléments peut par ailleurs être très grand. Les composants, qui sont notamment des déphaseurs, des amplificateurs, des circulateurs et autres circuits d'émission et de réception, provoquent chacun des pertes de puissance. En final, sur l'ensemble d'une antenne la perte globale est loin d'être négligeable, ce qui joue en défaveur du rendement énergétique de l'antenne.

[0006] Un but de l'invention est notamment de pallier cet inconvénient. A cet effet, l'antenne a pour objet une antenne à balayage électronique comportant un ensemble de modules actifs à l'émission et passifs à la réception, les circuits de réception étant placés dans un récepteur cryogénique.

[0007] Dans un mode de réalisation, un module actif est composé d'une voie d'émission comportant au moins un déphaseur et une antenne élémentaire et d'une voie de réception comportant par exemple au moins une antenne élémentaire, et un déphaseur. L'an-

tenne élémentaire étant commune aux voies d'émission et de réception, un circulateur hyperfréquence relie l'antenne et les voies.

[0008] Les voies de réception des modules sont reliées au récepteur cryogénique par un circuit de distribution. Les voies d'émission des modules sont reliées à une ligne d'arrivée hyperfréquence par un circuit de distribution.

[0009] Avantageusement, la voie d'émission des modules comporte un amplificateur de puissance.

[0010] L'invention a pour principaux avantages qu'elle permet d'augmenter la puissance émise par un système d'émission et de réception d'ondes électromagnétiques, qu'elle simplifie le calibrage d'une antenne à balayage électronique et qu'elle est économique.

[0011] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à l'aide de la description qui suit, faite en regard de l'unique figure qui représente par un synoptique un exemple de structure d'antenne selon l'invention.

[0012] La figure présente donc par un synoptique un exemple de structure d'antenne selon l'invention. L'antenne présente toujours une structure modulaire. Elle comporte en particulier un ensemble de modules 1 répartis en colonnes ou en lignes, ou en lignes et en colonnes. Pour des facilités de présentation, seuls deux modules sont représentés, les composants d'un seul étant détaillés. Un module comporte donc au moins un élément rayonnant 2, une voie d'émission et une voie de réception. L'élément rayonnant 2 et les voies d'émission et de réception sont classiquement reliées par un circulateur hyperfréquence 3, de sorte qu'un signal émis par la voie d'émission se dirige via le circulateur vers l'élément rayonnant et qu'un signal reçu par ce dernier se dirige vers la voie de réception.

[0013] La voie d'émission d'un module 2 comporte au moins un déphaseur commandable. Le module étant actif à l'émission, sa voie d'émission comporte alors par ailleurs un amplificateur de puissance 5. Un module 2 a donc une entrée destinée à recevoir une partie de l'onde à émettre. Cette onde est issue d'une source hyperfréquence disposée dans le système d'émission et de réception, par exemple le radar. Elle doit être divisée et dirigée vers chacun des modules. A cet effet, l'antenne comporte un circuit de répartition 6 pour l'émission. Ce circuit est par exemple composé de lignes hyperfréquence 61 reliées à une même ligne principale 7 véhiculant l'onde hyperfréquence à émettre. Les lignes secondaires 61 sont reliées par ailleurs chacune à l'entrée d'un module 1. La ligne principale 7 comporte par exemple un pré-amplificateur 8 pour effectuer une première amplification de l'onde.

[0014] Une onde hyperfréquence issue d'une source, non représentée, destinée à être émise attaque donc, après division, les modules 1.

[0015] La voie de réception d'un module 1 comporte de préférence très peu d'éléments, les circuits classiques de réception étant implantés dans un récepteur

centralisé 9. Selon l'invention, ce récepteur 9 est un récepteur cryogénique. En particulier, ce récepteur comporte un ou plusieurs amplificateurs à faible bruit. Les modules 1 comportent par exemple, sur leur voie de réception, un déphaseur commandable 10 dans le but notamment de permettre une commande des faisceaux de réception. Les déphaseurs d'émission 4 et les déphaseurs de réception 10 sont par exemple commandés par des moyens de commande centralisés non représentés. Ces déphaseurs sont par exemple des déphaseurs à diode connus par ailleurs commandables sur plusieurs bits. Leurs moyens de commande sont par exemple des circuits numériques par exemple intégrés aux moyens de traitement d'un radar.

[0016] En raison du récepteur de réception centralisé, un module n'a notamment pas à comporter de limiteur de puissance et de double circulateur.

[0017] La sortie de réception de chaque module est reliée au récepteur cryogénique 9 par l'intermédiaire d'un circuit de répartition de réception 11, composé par exemple de lignes hyperfréquence 111 reliées en une ligne hyperfréquence 12 elle-même reliée à l'entrée du récepteur cryogénique 9.

[0018] Le récepteur cryogénique 9 est par exemple composé de circuits de réception classiques, notamment un ou plusieurs amplificateurs. Des moyens de conditionnement maintiennent le récepteur à basse température, par exemple inférieure à -100°C . A la réception, la variation ΔF du facteur de bruit en fonction de la variation de température ΔT est approximativement donnée par la relation suivante :

$$\frac{\Delta F}{\Delta T} = -0,1 \text{ dB}/10^{\circ}\text{C} \quad (1)$$

et la variation du gain ΔG en fonction de la variation de température est approximativement donnée par la relation suivante :

$$\frac{\Delta F}{\Delta T} = -0,15 \text{ dB}/10^{\circ}\text{C} \quad (2)$$

[0019] Ce qui exprime que le gain varie environ de 0,15dB lorsque la température diminue de 10°C .

[0020] A titre d'exemple, si on considère des circuits de réception classique en fonctionnement, leur température peut être généralement d'environ 60°C . En considérant le récepteur cryogénique 9 d'une antenne selon l'invention conditionné pour fonctionner par exemple à la température de -140°C , la différence de température de fonctionnement ΔT à la réception entre une architecture d'antenne classique et une structure d'antenne selon l'invention est donc dans ce cas de l'ordre de 200°C . Entre les deux architectures, il en résulte un accroissement de gain :

$$\Delta G = 200 \times 0,15/10 = 3 \text{ dB} \quad (3)$$

et :

$$\Delta F = 200 \times 0,1/10 = 2 \text{ dB}$$

[0021] Cet accroissement de gain de l'ordre de 2dB sur le facteur de bruit ΔF est à l'avantage d'une antenne selon l'invention.

[0022] A cet accroissement de gain s'ajoute un autre accroissement obtenu du fait de la suppression de certains composants dans les modules, au niveau de la voie de réception. La suppression des limiteurs et des doubles circulateurs peut permettre d'atteindre un gain de l'ordre de 1dB. Cela donne un gain équivalent global escompté de l'ordre de 3dB.

[0023] Ce gain dû à la basse température du récepteur 9 et à la suppression de quelques circuits au niveau des modules 1 est néanmoins annulé, notamment par la présence du circuit de répartition de réception 11 non présent dans une architecture classique et par la nécessité d'ajouter un deuxième déphaseur 10 dans la voie de réception des modules. Dans une architecture classique, le déphaseur à l'émission est généralement le même que le déphaseur à la réception. Dans un premier ordre de grandeur, la perte de gain causée par ces éléments est sensiblement égale, en valeur absolue, au gain précité. Le gain global à la réception peut donc être considéré comme équivalent entre une antenne active d'architecture classique et une antenne selon l'invention (à 1dB près). La perte de gain causée par les circuits supplémentaires, notamment le circuit de répartition de réception 11 et les déphaseurs de réception seule 10 est donc compensée par le récepteur cryogénique et dans une moindre mesure par la suppression de circuits de réception dans les modules.

[0024] Une antenne selon l'invention apporte cependant beaucoup d'avantages. Dans une antenne selon l'invention, la puissance dissipée à la réception, au niveau des modules, est fortement diminuée du fait de la suppression des circuits de réception. Cette diminution peut atteindre de l'ordre de 1000 Watts pour une antenne d'un radar aéroporté. La puissance évacuée peut donc être d'autant plus forte à l'émission, c'est-à-dire que les modules peuvent en conséquence évacuer chacun une plus forte puissance d'émission. Ce qui est notamment intéressant pour un radar. Il est en effet plus avantageux pour un radar d'augmenter la puissance du signal d'émission que d'améliorer le gain à la réception, notamment dans une ambiance brouillée. En particulier, le gain à la réception amplifie autant un signal utile qu'un signal parasite. En revanche, un signal émis plus puissant augmente la puissance du signal utile reçu.

[0025] Une antenne selon l'invention a aussi un calibrage simplifié, car les modules 1 ne comportent pas de circuits analogiques de réception. En particulier, les déphaseurs utilisés dans les modules 1 sont par exemple des déphaseurs à diodes commandables classiquement sur plusieurs bits.

[0026] Une antenne selon l'invention est par ailleurs économique dans la mesure où elle économise des circuits au niveau des modules, en particulier des circuits qui peuvent être coûteux du type de puces multifonctions dites MFC (selon l'expression anglo-saxonne Multifunction Carrier), ces puces comportant notamment un amplificateur faible bruit et un atténuateur. 5

[0027] Le mode de réalisation de l'unique figure est présenté à titre d'exemple. En particulier la structure des modules pourrait être différente. Un module pourrait par exemple comporter une voie d'émission reliée à une antenne d'émission et autre antenne pour la réception reliée à la voie de réception. D'autres modes de réalisation sont bien sûr possibles, dès lors où les modules sont actifs à l'émission et passifs à la réception, dans ce sens qu'ils ne comportent pas les circuits de réception, ces derniers étant dans le récepteur cryogénique 9. 10 15

Revendications 20

1. Antenne à balayage électronique, **caractérisée en ce qu'elle** comporte un ensemble de modules (1) actifs à l'émission et passifs à la réception, les circuits de réception étant placés dans un récepteur cryogénique (9). 25
2. Antenne selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'un** module actif (1) est composé d'une voie d'émission comportant au moins un déphaseur (4) et une antenne élémentaire (2) et d'une voie de réception comportant au moins une antenne élémentaire (2). 30
3. Antenne selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** l'antenne élémentaire (2) étant commune aux voies d'émission et de réception, un circulateur hyperfréquence (3) relie l'antenne et les voies. 35
4. Antenne selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, **caractérisée en ce que** les voies de réception des modules (1) sont reliées au récepteur cryogénique (9) par un circuit de distribution (11). 40
5. Antenne selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, **caractérisée en ce que** les voies d'émission des modules (1) sont reliées à une ligne d'arrivée hyperfréquence par un circuit de distribution (6). 45
6. Antenne selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, **caractérisée en ce que** la voie d'émission des modules (1) comporte un amplificateur de puissance (5). 50
7. Antenne selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, **caractérisée en ce que** la voie de réception des modules (1) comporte un déphaseur (10). 55

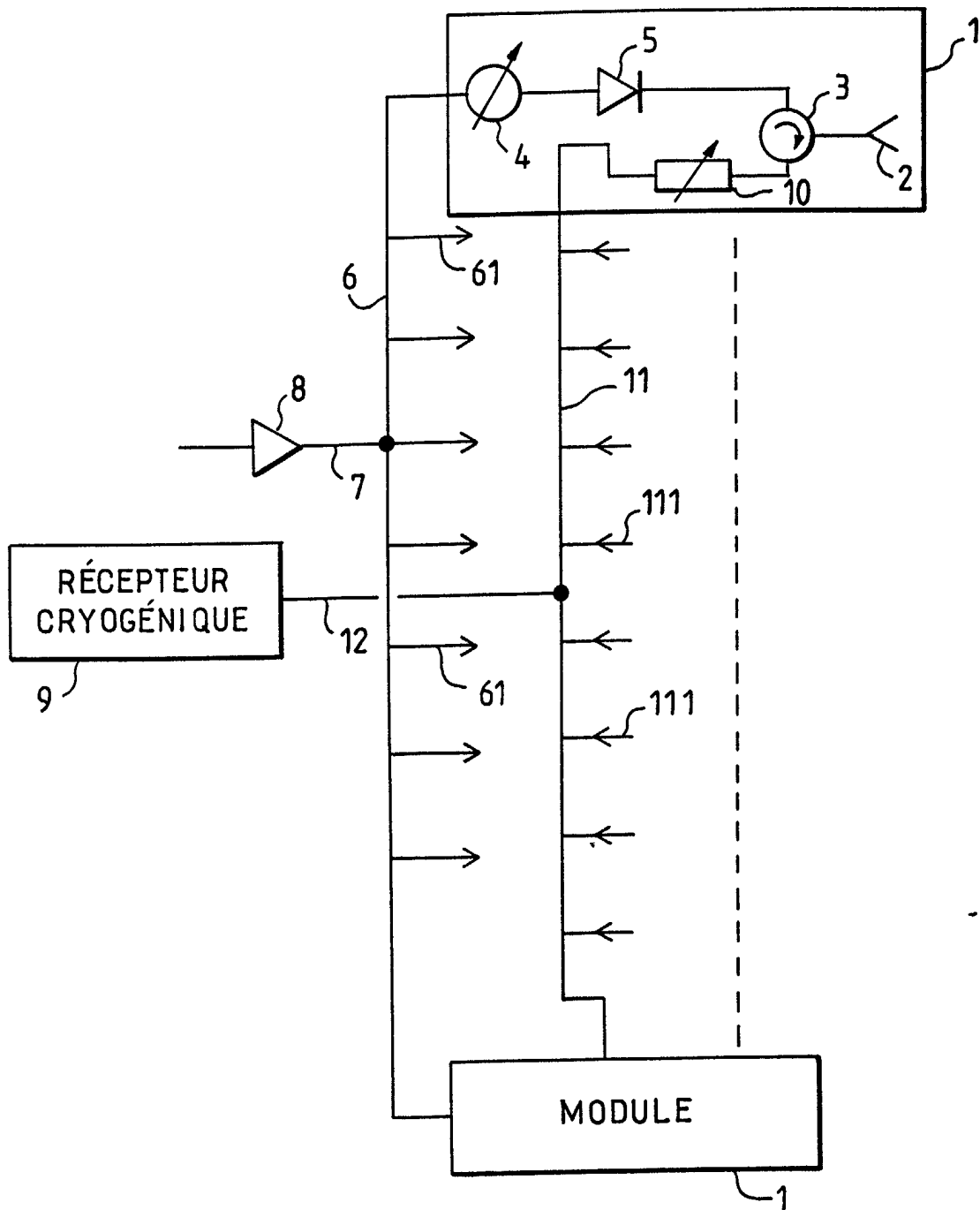


FIGURE UNIQUE



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 02 29 2482

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.7)
X	EP 1 014 480 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 28 juin 2000 (2000-06-28) * le document en entier *	1-7	H01Q1/02 H01Q3/26 H01Q21/00 H01Q1/36
X	US 6 100 841 A (DELICHECCOLO MICHAEL J ET AL) 8 août 2000 (2000-08-08) * le document en entier *	1-7	
X	US 5 105 200 A (KOEPE GERHARD A) 14 avril 1992 (1992-04-14) * colonne 8, ligne 43 - colonne 9, ligne 47 *	1	
A	WO 94 02972 A (CALLING COMMUNICATIONS CORP ;ENDGATE TECHNOLOGY CORP (US); WITHERS) 3 février 1994 (1994-02-03) * abrégé *	1-7	
A	US 5 455 594 A (BLASING RAYMOND R ET AL) 3 octobre 1995 (1995-10-03) * colonne 1, ligne 21 - colonne 2, ligne 6 *	1-7	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01Q
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		10 décembre 2002	Wattiaux, V
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			

EP0 FORM 1503 03.82 (P04C02)

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

EP 02 29 2482

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.

10-12-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1014480	A	28-06-2000	JP	2000183772 A	30-06-2000
			JP	2000183771 A	30-06-2000
			EP	1014480 A2	28-06-2000
			JP	2000236206 A	29-08-2000
			US	6480706 B1	12-11-2002

US 6100841	A	08-08-2000	AU	4181899 A	05-01-2000
			EP	1090443 A1	11-04-2001
			JP	2002518923 T	25-06-2002
			WO	9966596 A1	23-12-1999

US 5105200	A	14-04-1992	AUCUN		

WO 9402972	A	03-02-1994	AU	4674593 A	14-02-1994
			WO	9402972 A1	03-02-1994

US 5455594	A	03-10-1995	AUCUN		

EPO FORM P0460

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